Unidad 1. LA AGRICULTURA ECOLÓGICA.

1. ¿Qué es la agricultura ecológica?

La agricultura ecológica se define como un grupo de sistemas de producción empeñados en producir alimentos libres de contaminantes químicos de síntesis, de alto valor nutricional y organoléptico, estos sistemas contribuyen a la protección del medio ambiente, la reducción de los costos de producción y permiten obtener una renta digna a los agricultores.

Por tal motivo, los sistemas de producción ecológicos no emplean agrotóxicos para el control de plagas, enfermedades y plantas adventicias o arvenses, ni métodos que provoquen el deterioro de los suelos y el medio ambiente en general. En la ganadería no se emplean antibióticos, hormonas u otras drogas, en alimentos o tratamientos preventivos y la cría animal se basa en sistemas que permitan un máximo de bienestar de los animales.

Las tecnologías ecológicas consiguen sus objetivos productivos mediante la diversificación y la intensificación de las interacciones biológicas y procesos naturales beneficiosos que ocurren en los sistemas naturales. Al potenciar estos procesos beneficiosos en los sistemas de cultivo, se logra activar el sistema biológico de nutrición de las plantas y la regulación de los organismos que se pueden convertir en plagas, o enfermedades.

La agricultura ecológica también puede ser definida como un método de producción que procura llegar a sistemas ecológicamente equilibrados y estables. Deben ser económicamente productivos y eficientes en la utilización de los recursos naturales. Los alimentos deben ser saludables, de alto valor nutritivo y libres de residuos tóxicos.

A pesar de todo lo anterior, la definición que la norma básica de agricultura ecológica, Reglamento (CEE) n° 2092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, se refiere exclusivamente a la no utilización de productos químicos de síntesis y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2005) la define como un compendio de técnicas agrarias que excluye normalmente el uso, en la agricultura y ganadería, de productos químicos de síntesis como fertilizantes, plaguicidas, antibióticos, etc., ni utilizar organismos geneticamente modificados, con el objetivo de preservar el medio ambiente, mantener o aumentar la fertilidad del suelo y proporcionar alimentos con todas sus propiedades naturales.

2. Principios básicos que rigen la agricultura ecológica.

La agricultura ecológica se rige por un grupo de principios básicos que pueden ser sintetizados de la forma siguiente:

2.1 El suelo es un medio vivo y dinámico.

La gran diferencia entre la agricultura ecológica y la convencional es la manera de tratar el suelo. Para la agricultura ecológica, el suelo es un sistema biologicamente activo y su elemento más importante. Para la agricultura convencional el suelo es un mero soporte mecánico de la planta.

El suelo posee una amplia y diversificada fauna y flora, que se integra a su fracción mineral y que depende de la transformación de la materia orgánica y del ciclo de los nutrientes.

Algunos autores señalan que el suelo puede llegar a tener 600 millones de seres vivos por centímetro cúbico. Las lombrices, verdaderos arados del suelo, se pueden encontrar, en buenas condiciones del mismo, en niveles de 1,5 a 2 millones por hectárea. Cavan túneles en todas las direcciones, lo que ayuda al agua y al aire a penetrar en el suelo, engullendo y procesando toda la materia orgánica que encuentran a su paso, convirtiéndola en un humus finísimo de excelente calidad.

Los excrementos de las lombrices contienen de tres a once veces más cantidades asimilables de fósforo, así como de magnesio y potasio intercambiable que el suelo. Eleva alrededor de cinco veces la disponibilidad de nitratos y en un 30% la de calcio y disminuye la acidez del suelo. Las lombrices también favorecen el desarrollo de las bacterias y otros organismos incluyendo los fijadores de nitrógeno atmosférico y los que aceleran la fermentación de los restos de vegetales y animales, hasta un 60%, contribuyendo al reciclado de nutrientes y la nutrición de las plantas.

Para la agricultura ecológica, el humus es fuente de vida. Éste se produce por la transformación de restos vegetales por los organismos del suelo, liberando nutrientes, que conjuntamente con las producciones de los microorganismos que crecen a sus expensas, pueden suministrar a las plantas sustancias orgánicas como aminoácidos, vitaminas, ácidos nucleicos, azúcares, antibióticos y hormonas del crecimiento, que son absorbidas por las raíces.

También se sabe que en presencia de humus, las raíces aumentan la absorción de nutrientes del suelo. El humus también posibilita el desarrollo de hongos útiles que se asocian a las raíces de las plantas formando micorrizas. Las micorrizas solubilizan el fósforo y otros nutrientes, que de otra forma, no estarían disponibles para las plantas y aumentan extraordinariamente el área de exploración de las raíces en el suelo.

Las investigaciones también muestran que la materia orgánica del suelo controla los nemátodos, bacterias y hongos que causan enfermedades en las raíces. Además de eso, el humus es el único agente capaz de aumentar la fertilidad de los suelos, mejorando al mismo tiempo sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Se ha demostrado fehacientemente que los mayores enemigos del humus, la vida del suelo y la conservación de éstos son el laboreo excesivo de las tierras, la fertilización con abonos nitrogenados solubles y el monocultivo.

El laboreo excesivo intensifica la oxidación de la materia orgánica del suelo, entierra las partes más activas del suelo y favorece la erosión. La fertilización con fuentes solubles de nitrógeno actúan solubilizando el humus y produce sustancias que son tóxicas para los microorganismos del suelo como ha sido demostrado por el entomólogo norteamericano Fred Word (1900). El monocultivo tiende a agotar algunos minerales del suelo y no permite suministrar al suelo una materia orgánica diversificada.

Los agricultores ecológicos no sólo pretenden perturbar el suelo lo menos posible, sino también **alimentarlo correctamente**. Esto lo logran a través del uso de diferentes fuentes de materia orgánica (compost, abonos verdes, etc.) y otras técnicas como pueden ser el uso de fertilizantes y enmiendas no solubles, la corrección con microelementos, la inoculación con microorganismo, el uso de preparados biodinámicos, los cuales lo introducen en el suelo conjuntamente con los abonos orgánicos en forma de compost, entre las prácticas principales.

Los agricultores orgánicos saben que un suelo biológicamente equilibrado produce plantas saludables, productivas y la producción de alimentos es de mayor valor biológico.

2.2 Sistemas de producción diversificados.

La simplificación florística y faunística promovida por los sistemas de producción agrícolas "modernos" han creado un creciente desequilibrio biológico y ecológico. Los sistemas ecológicos son contrarios a las explotaciones en monocultivos y preconizan la diversificación y la integración de las actividades vegetales y animales, incluyendo la forestal.

La diversificación de las explotaciones, contribuye a la manutención y recuperación de la materia orgánica y de la productividad de los suelos, reduce la incidencia de plagas y enfermedades, así como la presencia de plantas invasoras proporcionando una mayor estabilidad biológica de los sistemas agrarios. Por otro lado la diversificación reduce los riesgos económicos de los productores y los ayuda a equilibrar los gastos y a distribuir el esfuerzo de trabajo disponible de forma más homogénea a través del año.

2.3 Protección de las plantas cultivadas.

En la agricultura ecológica, la base de la protección de las plantas es que éstas sean nutridas correctamente, lo que les permitirá desarrollar un metabolismo equilibrado y saludable. Unido a esto, es indispensable mantener un suelo biológicamente activo y equilibrado, así como sistemas de cultivos y manejo de la vegetación natural que permitan la existencia de una fauna variada donde abunden los organismos llamados controladores biológicos.

En este sentido y complementando los principios anteriores, la agricultura ecológica utiliza una serie de prácticas, como el control biológico, el empleo de sustancias naturales procedentes de plantas o minerales, el uso de variedades resistentes, y diferentes prácticas culturales, para lograr un control ecológico de plagas, enfermedades y adventicias.

La diversificación de la producción, incluyendo la forestal, la asociación y rotación de

cultivos, las características alelopáticas[1] de las plantas para controlar adventicias o favorecer el desarrollo de otras, el uso de plantas repelentes o atrayentes de insectos o de plantas nematicidas, el empleo de controles biológicos y métodos de controles físicos, son las principales técnicas utilizadas por la agricultura ecológica.

Para el agricultor ecológico, las categorías de malas hierbas y plagas se reducen, al comprender que la presencia de éstos no es más que una señal de la ruptura del equilibrio biológico y de un mal manejo de los sistemas por el agricultor.

2.4 Conservar la naturaleza y restablecer los equilibrios naturales es fundamental.

La agricultura ecológica se orienta según los fenómenos que rigen la naturaleza en sus distintos ecosistemas. Los agricultores ecológicos tratan de preservar los elementos del medio natural y de restablecer los equilibrios biológicos en sus campos de cultivos.

En este sentido las fincas ecológicas deben ser arborizadas de forma conveniente así como mantener vegetación natural en las lindes de los campos, principalmente con especies que florezcan durante el mayor tiempo posible, ya que constituyen refugio, zonas de reproducción y alimento para la fauna benéfica, que será la que tendrá bajo control a aquellos organismos que se pueden transformar en plagas.

3. Importancia actual de la agricultura ecológica.

El desarrollo que está teniendo la agricultura ecológica en la actualidad se basa en tres aspectos principales, que son:

- La necesidad de no continuar deteriorando el medio agrícola y recuperarlos de los impactos negativos que han producido los métodos intensivos de producción sobre el medio ambiente.
- La inseguridad alimentaria que han generado los sistemas de producción intensivos, debido a la contaminación de los productos y la proliferación de enfermedades de los animales que afectan al hombre.
- La posibilidad que tienen estos sistemas de producción de permitir que pequeños y medianos productores y agricultores de zonas desfavorecidas tengan una renta digna, producto del valor agregado que da la producción de alimentos de calidad y de alta seguridad. También los sistemas ecológicos bien manejados fomentan la diversificación de los ingresos, la potenciación de los recursos disponible y el empleo.

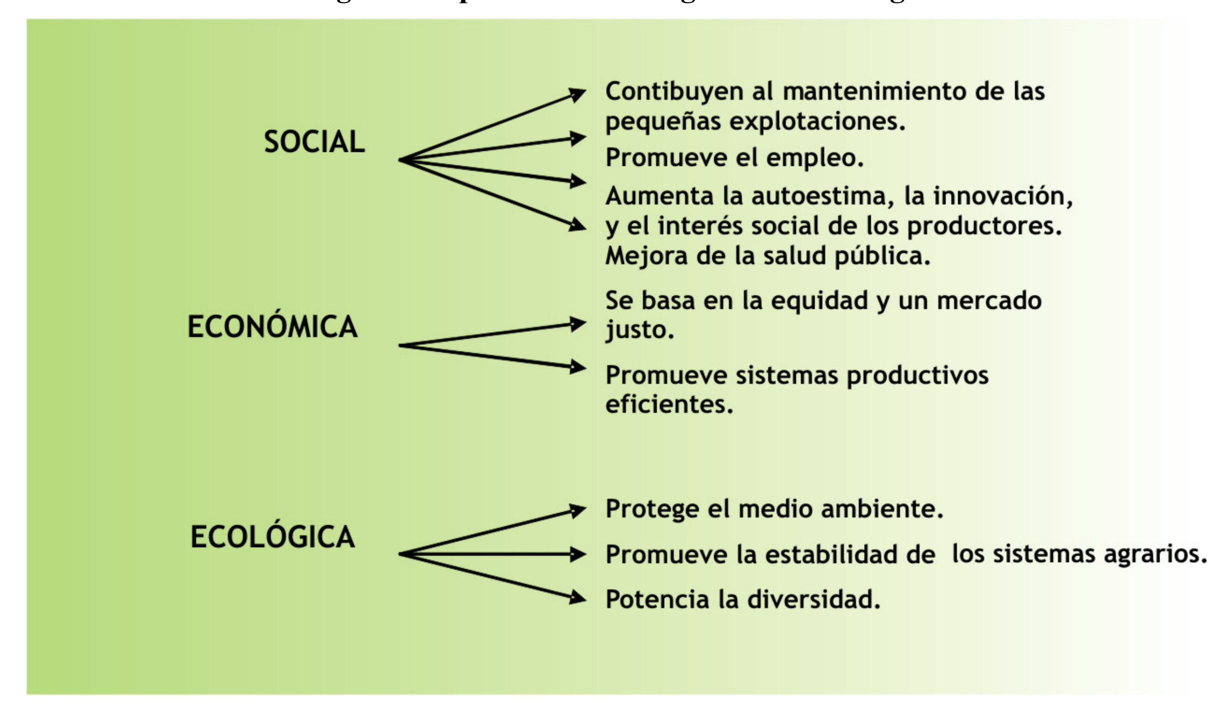
Por otro lado, los sistemas ecológicos han mostrado la capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas y especialmente a zonas desfavorecidas, permitiendo la autosuficiencia alimentaria en agricultores de bajos recursos con el uso de tecnologías de bajos insumos.

Se debe señalar que el modelo intensivo de producción, no sólo ha provocado una destrucción del medio ambiente por la desarborización, destrucción de los suelos y la contaminación

[1] Alelopatía es una propiedad de algunas plantas de segregar sustancias químicas que inhiben el desarrollo de otras. Estas plantas se comportan como supresoras de malezas para los cultivos que seguirán a continuación en la rotación. El girasol es una planta que compite con otras a través de este mecanismo.

química de los suelos, el agua y por tanto de los alimentos que consumimos, sino que ha tenido fuertes repercusiones sobre la sociedad rural.

Imagen 1. Importancia de la agricultura ecológica.



Fuente: elaboración propia.

Este impacto sobre la sociedad rural se traduce en pérdidas de agricultores, concentración de la producción y éxodo de las zonas rurales, como consecuencia de la sustitución de trabajo por capital (mecanización, producción de escala, subsidiación a través de químicos, etc.), el alto coste de las tecnologías empleadas y la alta manipulación y procesado de los alimentos, que ha hecho que los precios pagados a los agricultores y por tanto su rentas se hayan visto disminuidas continuamente.

4. ¿Cuándo surge y cómo evoluciona la agricultura ecológica?.

Podemos pensar que los sistemas de producción ecológica se han desarrollado recientemente o que son sistemas tradicionales de hacer agricultura. Realmente no son ni una cosa ni la otra; aunque hay que decir que la agricultura ecológica se ha nutrido y se nutre de las buenas prácticas que han aplicado y aplican los agricultores tradicionales. Esto se debe a que los agricultores tradicionales, producto de su interacción con el medio ambiente y los escasos recursos para producir sin deteriorar los que ya poseía (suelo, agua, árboles, etc.), utilizan como principal herramienta de trabajo sus conocimientos sobre el funcionamiento de la naturaleza, obtenidos por la transmisión generacional y por su relación con el medio natural, el cual conoce y aprecia.

La agricultura ecológica no es simplemente el uso de técnicas tradicionales del campo de principios del siglo pasado; si bien se basa en prácticas agronómicas tradicionales, su novedad no radica en esto, sino más bien en las innovaciones que incorpora.

La agricultura ecológica moderna utiliza muchas innovaciones tecnológicas y basa las prácticas que utiliza en un alto conocimiento sobre la ecología, suelos y la nutrición de las plantas, el manejo de las plagas y plantas adventicias, el potencial genético y biológico de cultivares y animales, así como un mejor manejo de las técnicas agrícolas y ganaderas. Un conocimiento muy completo de las interacciones biológicas y ecológicas, ciclos de nutrientes y sistemas de manejo sustentados en la maximización de los recursos internos, es siempre un prerrequisito para tener éxito en la transición hacia un sistema de producción ecológico.

Como veremos a continuación, existen diversas corrientes de agricultura alternativa que han evolucionado hasta hoy, de las que la Agricultura Ecológica ha tomado diferentes técnicas y aportaciones.

4.1. Agricultura orgánica-biológica.

El británico Sir Albert Howard, profesor de Wye Collegue de la Universidad de Londres, director del Institute of Plant Industry Indore en La India y Agricultural Adviser en la India Central y Rajputana, puede ser considerado como el autor principal o precursor de este estilo. La obra central de este investigador, su particular "testamento agrícola", publicado en 1940, recoge la preocupación por la degradación del recurso suelo ante la intensificación de la producción agraria que significó la Revolución Industrial para el Reino Unido y sus colonias. En este libro Howard, recoge los resultados de cuarenta años de investigación en el compostado de residuos orgánicos y su uso para restaurar y mantener la fertilidad del suelo (método Indore).

La preocupación central de los autores que han ido desarrollando este tipo de agricultura ha sido la degradación de los recursos naturales, fundamentalmente el suelo, que lleva aparejada la agricultura industrializada. Consideran la salud del suelo como la base de la salud de las plantas, animales y del ser humano. Además, proponen técnicas de manejo concretas que permiten al agricultor profesional o aficionado adentrarse en este modelo de producción. Esta idea se va a

convertir en uno de los pilares centrales de la Agricultura Ecológica.

En la actualidad la agricultura orgánica-biológica ha tenido una gran capacidad de expansión.

4.2. Agricultura biodinámica.

La Agricultura Biodinámica está basada en las enseñanzas de Rudolf Steiner, filósofo esotérico, que nació en Kraljevec (Imperio Austro-húngaro), el 27 de febrero de 1861 y murió en Dornach (Alemania) en marzo de 1925. Fue el fundador de la Antroposofía, movimiento espiritual que pretende rescatar a la humanidad de las consecuencias del materialismo y el pesimismo que atenazaba a la sociedad industrial a fines del siglo XIX y principios del XX. Ello no es casual, pues se trata de una generación romántica y pesimista, para la que el mundo físico es hostil, y que sentía la necesidad de un renacimiento religioso. Desde esta percepción, Steiner propone una serie de prácticas agrarias concretas para realizar en finca, que encajan en su particular cosmovisión, de tal forma que ninguna acción se oponga al todo (cosmos), con el objetivo principal de evitar la degeneración de los alimentos, entendida como pérdida nutricional, y, en un segundo término, la de la Tierra.

Tiene gran importancia en la Agricultura Biodinámica el concepto de "organismo-granja" que posee los atributos de cualquier organismo vivo: capacidad de autorregulación, crecimiento, desarrollo y reproducción .

4.3. Agricultura natural.

Este estilo de Agricultura Ecológica ha sido creado y difundido por el japonés Masanobu Fukuoka, a partir de la publicación de su primera obra *The One-Straw Revolution. An Introduction to Natural Farming.* Jean Marie Roger también denominó Agricultura Natural a la propuesta que formuló para la producción agrícola (Roger, 1985), sin embargo, su influencia ha sido mucho menor. Fukuoka nació en 1913. Académicamente se formó en Microbiología, concretamente en Fitopatología. Fue durante su etapa de agricultor cuando se desarrolla la "Agricultura Natural".

Fukuoka practica cinco principios fundamentales de manejo: no labrar, no emplear fertilizantes, ni plaguicidas, no escardar (química, mecánica o manualmente) y no podar, es decir, lo que él llamaba el método de "no hacer nada". Este manejo permite no alterar el suelo en ningún momento, lo cual sostiene buena parte de su éxito productivo. Con su método de no hacer nada, él pudo cultivar cereales con rendimientos comparables a los de cultivos intensivos; estos métodos ayudan no solamente a sostener las poblaciones naturales, sino Fukuoka cree que son también económicamente superiores al método moderno.

Fukuoka cultiva dos cultivos en el año, el arroz en el verano, cebada y centeno en el invierno, usando justamente la paja del cultivo precedente, una cubierta de trébol blanco y una aspersión de estiércol de aves de corral como fertilizante. En lugar de plantar semillas y trasplantar plántulas, él riega comprimidos de barro conteniendo semillas en terreno sin arar.

Para el control de las malezas, toda la paja obtenida del cultivo anterior se esparce sin triturar sobre los campos como acolchado. Los campos se mantienen inundados durante un corto

periodo de tiempo (durante las lluvias monzónicas de junio) para debilitar el trébol y las *malas hierbas*, y dar así al arroz la oportunidad de brotar a través de la capa vegetal que cubre el suelo.

Fukuoka no es simpatizante de la Agricultura Orgánica-biológica de la que dice ser otro tipo de "cultivo científico", que incrementa el esfuerzo del agricultor para obtener su cosecha y su actitud se centra en la mínima intervención. La idea es que se puede ahorrar mucho trabajo permitiendo que la Naturaleza realice su labor, por ejemplo dejando a las raíces y pequeños animales mullir al suelo, realizando siembra directa sin labranza mediante el esparcimiento de la semilla en superficie, etc. No obstante, tampoco se trata de abandono, sino de minimizar la intervención del agricultor, a sólo aquellas actividades que pueden ser esenciales como la siembra (no siempre) y la recolección.

Por tanto, la Agricultura Natural se basa en el respeto e imitación de la Naturaleza y en la mínima intervención humana.

4.4. Permacultura o agricultura permanente.

Este estilo de Agricultura Ecológica surgió en Australia y fue formulado originalmente por Bill Mollison (1975, Universidad de Hobart, Tasmania), no obstante, está impregnada de la filosofía del japonés Fukuoka. Inicialmente, la permacultura surge para dar respuesta a dos fenómenos de las sociedades urbanas industrializadas. Por un lado, a la dependencia alimentaria de las ciudades con respecto al medio rural y el alto consumo energético de fuentes no renovables que supone actualmente su abastecimiento, y por otro, a la emigración hacia el campo de los desencantados del modelo de vida urbano. Es por ello, que la permacultura va dirigida a diseñar sistemas de producción agrícola integrados tanto en las ciudades, como en zonas marginales, generalmente de montaña, en las que se instalan estos grupos para vivir en comunidad. En ambos casos, se trata por tanto de colectivos culturalmente urbanos que pretenden dedicarse a la agricultura a tiempo parcial, con el objetivo de la autosuficiencia (Mollison and Holmgren, 1978).

A pesar de que los principios de la Permacultura pueden aplicarse a cualquier región, Mollison y Holmgren (1978) declaran que está especialmente destinada a zonas marginales o degradadas, de tal forma que la llanuras de regadío junto a los ríos, serían las localizaciones más apropiadas para el cultivo intensivo de cereales o de hortalizas.

Científicamente, la Permacultura tiene su base en la Ecología, la Ingeniería de Paisajes y la Arquitectura, principalmente. Se basa en el diseño de sistemas integrados de alta biodiversidad, en los que tienen un papel preponderante las especies animales y vegetales con capacidad de autoperpetuarse; de tal forma que, con un mínimo manejo humano, se consiguen estados de interés antrópico en la evolución de estos sistemas hacia el clímax (Mollison and Holmgren, 1978; Mollison, 1979). [2]

4.5. La Agricultura Ecológica.

Posteriormente, basado en principios elaborados por las personas antes mencionada, se han desarrollado diferentes propuestas como, agricultura orgánica (Rodale, 1948), agricultura

biológica (Aubert, 1970), agricultura ecológica (Walters, 1975), agricultura ecológica-científica (Hyams, 1976), agricultura sustentable (Fisher, 1978), agricultura biológica (Pank, 1980), agricultura alternativa (Boeringa, 1980), agricultura holística (Hill, 1982), etc.

Más recientemente se ha desarrollado la Agroecología, que dota a las agriculturas llamadas "ecológicas" de una base científica ecológica, incorporando el componente social y la dimensión del análisis de sistema a sus desarrollos (Miguel Altieri, 1982, Eduardo Sevilla Guzmán, 1990).

El término Agroecología, surge en la década de los años 70, posiblemente como síntesis del conocimiento acumulado durante el presente siglo sobre el funcionamiento de los agroecosistemas, las consecuencias derivadas de la aplicación de la llamada agricultura intensiva, con alto uso de insumos químicos y energía fósil, sobre el medio ambiente, la salud humana y la sociedad, y las experiencias acumuladas por agricultores que desarrollaron sistemas agrícolas en armonía con el medio ambiente.

"*La Agroecología es un enfoque de la agricultura ligada al medio ambiente, sensible socialmente, centrada no solo en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción y la cual implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá del predio agrícola*" (Susanna Hecht 1997)

De acuerdo con Miguel Altieri (1997) en el prefacio de su libro "Agroecología; bases científicas para una agricultura sustentable", "*la Agroecología es una disciplina que provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores del recurso natural, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables*". Prosigue Altieri, diciendo que "*la Agroecología va más allá de una mirada unidimensional de los agroecosistemas, ella abarca el entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de la coevolución, la estructura y funcionamiento de los sistemas*". Finalmente insiste en que "*la salud ecológica no es la única meta de la Agroecología*", que "*la sustentabilidad no es posible sin preservar la diversidad cultural que nutre las agriculturas locales*" y que "*una producción estable sólo se puede llevar a cabo dentro del contexto de una organización social que proteja la integridad de los recursos naturales y que asegure la interacción armónica de los seres humanos, el agroecosistema y el medio ambiente*".

La segunda Guerra Mundial frenó el desarrollo de la agricultura ecológica en Europa, sobre todo en países como Alemania y Suecia, donde se había alcanzado un mayor desarrollo. A partir de los años sesenta de nuevo comienzan a aumentar el número de productores ecológicos en Europa y ya para el año 1972 se crea la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM), organización surgida para dar apoyo y difundir la agricultura ecológica.

Hoy día, IFOAM está formada por más de 700 organizaciones y pertenecen a ella unos 60 países. Entre sus principales objetivos están:

- El intercambio de conocimientos y experiencias entre nuestros miembros, así como informar al público sobre la agricultura ecológica.
- La representación internacional del movimiento de la agricultura ecológica en los foros parlamentarios, administrativos y políticos (IFOAM tiene, por ejemplo, categoría consultiva en la ONU y en la FAO).
- Establecer y actualizar las "Normas Básicas del IFOAM para la agricultura ecológica y la Transformación de Alimentos" (¡traducidas a 19 idiomas!).
- Hacer realidad una garantía internacional de calidad para los productos ecológicos. El Servicio de Acreditación Internacional Ecológico (IOAS) desarrolla el Programa de Acreditación del IFOAM, el cual asegura la equivalencia de los programas de certificación en los distintos países del mundo.

En los años 80 varios países europeos comienzan a reconocer a la agricultura ecológica dentro de sus programas agrarios nacionales como es el caso de Francia en 1980 al incorporarla en la Ley de Orientación Agrícola y Dinamarca en 1987.

En España, la aprobación del Reglamento de la Denominación Genérica "agricultura ecológica" y su Consejo Regulador, se crea por Orden Ministerial el 4 de octubre de 1989 (BOE Nº 238/89), comenzando las actividades este Consejo en 1991 con más de 200 afiliados (Naredo, 1991).

Debido al auge que había tomado la agricultura ecológica y los numerosos informes que apuntaban la necesidad de corregir los impactos negativos que sobre el medio ambiente y rural estaba produciendo la agricultura “intensivista”, es que en 1991 la Unión Europea, se pronuncia sobre este tema, a través de la aprobación del Reglamento (CEE) 2092/91 del Consejo del 24 de junio, por el cual se regula la producción agrícola ecológica, para lo cual se basó en las normas confeccionadas con antelación por IFOAM.

Este reglamento, además de reconocer a la agricultura ecológica como un sistema viable, compatible con la preservación del medio ambiente y sostenible de hacer agricultura, y establecer los reglamentos que se deben adoptar en el proceso productivo, estableció un régimen de ayudas de carácter horizontal (Ayudas Agroambientales), donde se consideró a la agricultura ecológica entre ellas.

En Andalucía, el Comité Territorial Andaluz de agricultura ecológica, se constituye el 26 de julio de 1991 y dos años más tarde se reconoce como organismo de control, siendo así, la primera Comunidad Autónoma que crea un órgano de control de la Agricultura y Ganadería Ecológica llamado hoy día Servicio de Certificación Caae, S.L. (Unipersonal).

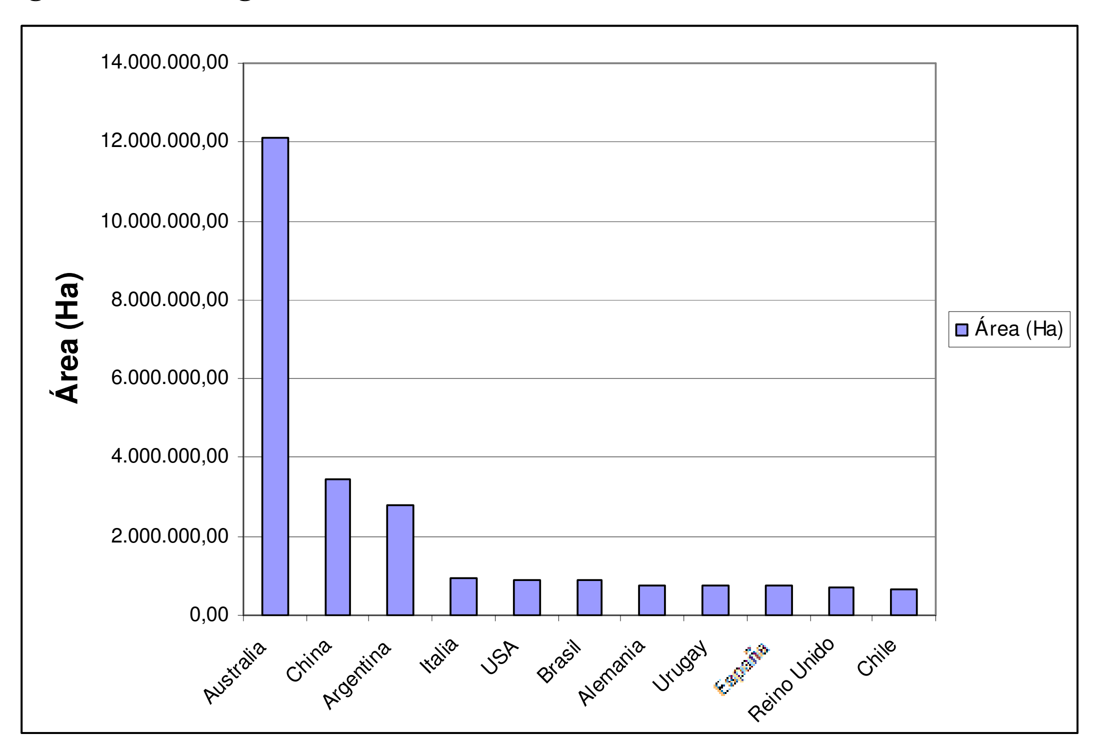
A parte de este organismo de control en Andalucía, operan un grupo de certificadoras privadas tales como AGROCOLOR, S.L, SOHISCERT, S.A, y LGAI TECNOLOGICAL CENTER, S.A. Además, desde el 2002, esta comunidad autónoma cuenta con un Plan Andaluz de Agricultura Ecológica, creado para impulsar y apoyar al sector de la producción ecológica que, actualmente, se encuentra en proceso de renovación, asumiendo nuevos objetivos en el contexto actual de la producción y consumo ecológico en Andalucía.

5. Situación Actual de la agricultura ecológica en Europa y España.

Durante la última década la agricultura ecológica certificada se ha desarrollado a gran velocidad y se ha extendido a unos 120 países en todo el mundo (IFOAM, 2006).

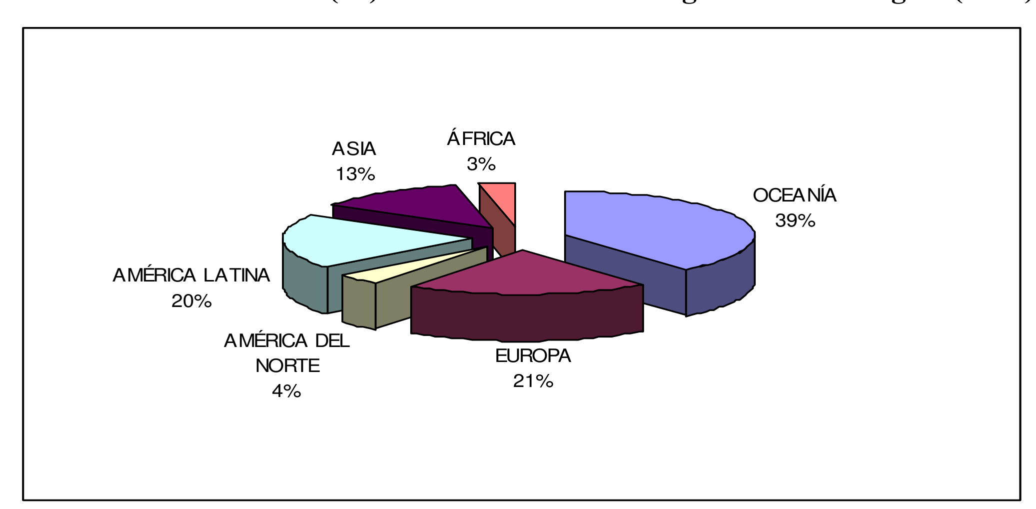
Australia (12,1 millón de Ha), China (3,5 millones de Ha) y Argentina (2,8 millones de Ha) son los países que más superficie dedican a esta agricultura en términos absolutos, sin embargo Europa, siendo el segundo continente con más porcentaje en áreas certificadas destaca porque la proporción de áreas de agricultura ecológica con respecto a la convencional también es bastante mayor que en el resto del mundo.

Gráfico 1. Los 10 países del mundo con el mayor número de hectáreas certificadas en agricultura ecológica.



Fuente: A partir de datos de IFOAM, 2006.

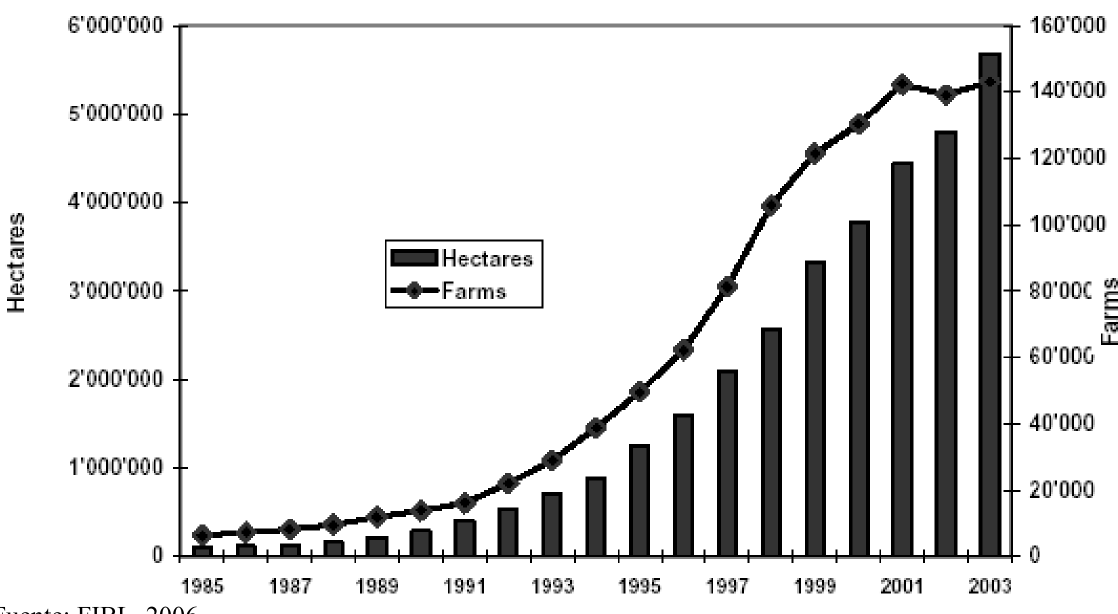
Gráfico 2. Distribución (%) áreas certificadas de agricultura ecológica (2005)



Fuente: A partir de datos de IFOAM, 2006.

En Europa, la agricultura ecológica, ha evolucionado notablemente desde finales de los años 80, momento en el que comienza a crecer hasta ocupar, actualmente, alrededor de 6,5 millones de ha (IFOAM, 2006). Esta superficie reúne a más de 120.000 explotaciones.

Gráfico 3. Evolución de la superficie dedicada a agricultura ecológica y a número de explotaciones en Europa.

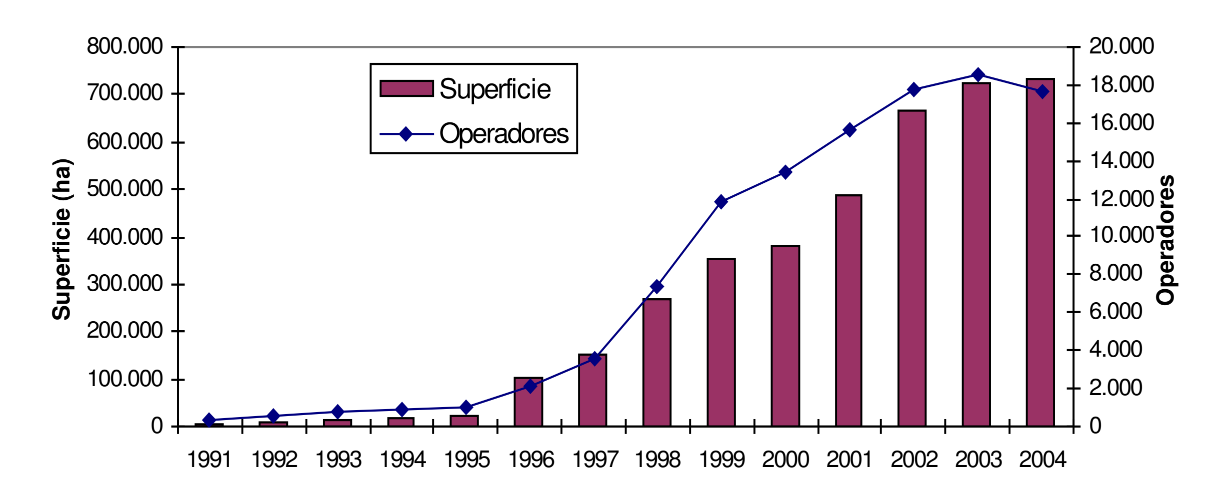


Fuente: FIBL, 2006.

El país europeo con mayor superficie dedicada la agricultura ecológica es Italia con más de 1 millón de ha, seguida de Alemania, Reino Unido y España.

Según datos del MAPA (2004), España tiene una superficie certificada en agricultura ecológica de 733.182 ha, 16.013 productores y 1.635 elaboradores.

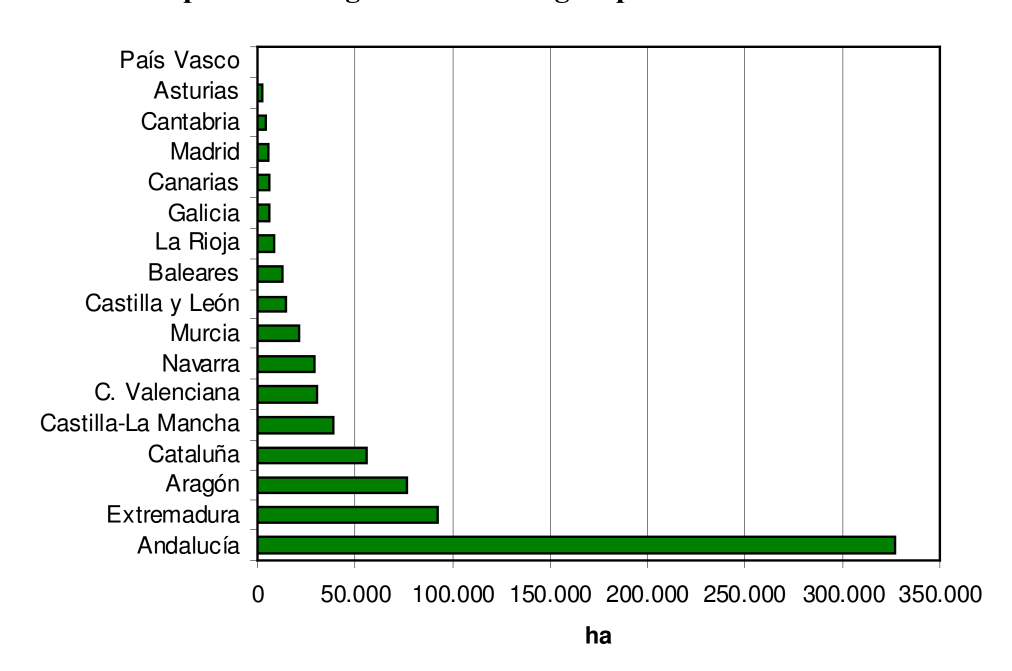
Gráfico 4. Evolución de la agricultura ecológica en España.



Fuente: A partir de datos de datos MAPA, 2005.

Por superficie, Andalucía es la Comunidad Autónoma con mayor proporción destinada a agricultura ecológica con 326.673 ha, seguida por Extremadura con 91.936 ha y continúa con Aragón con 76.448 ha y Cataluña con 56.368 ha. Durante el período 2001-2004 Andalucía ha tendido a aumentar rápidamente su superficie, incrementándola alrededor de un 200%. Sin embargo, Extremadura ha tendido a perder superficie certificada para dicho periodo mientras que Cataluña se ha mantenido sin cambios importantes (DGAE, 2005).

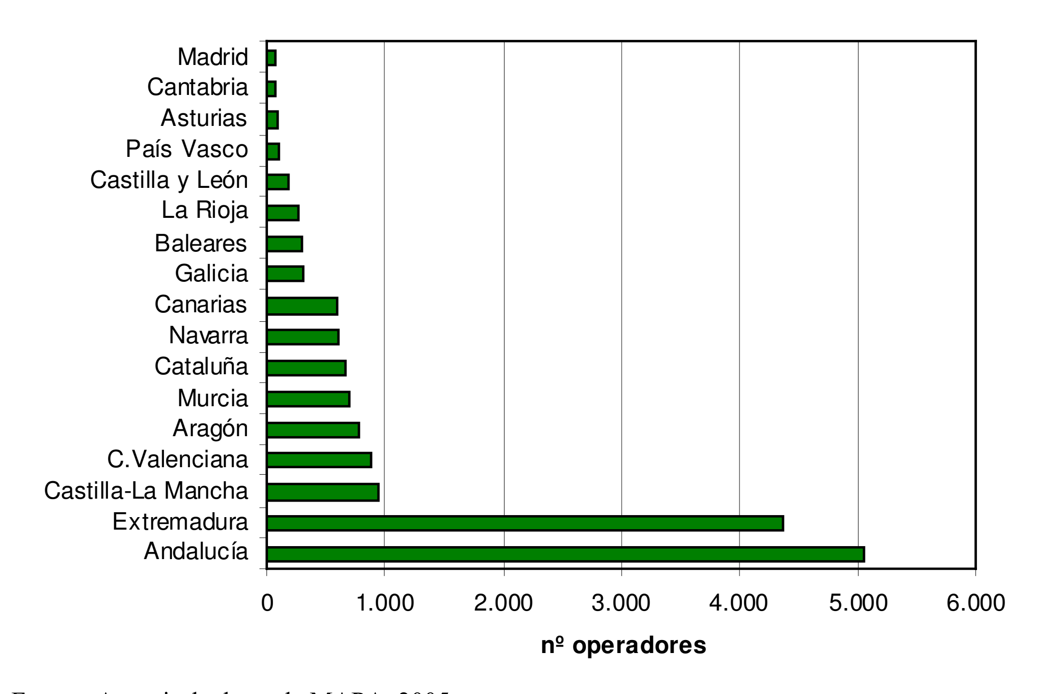
Gráfico 5. Superficie de agricultura ecológica por CC.AA.



Fuente: A partir de datos de MAPA, 2005.

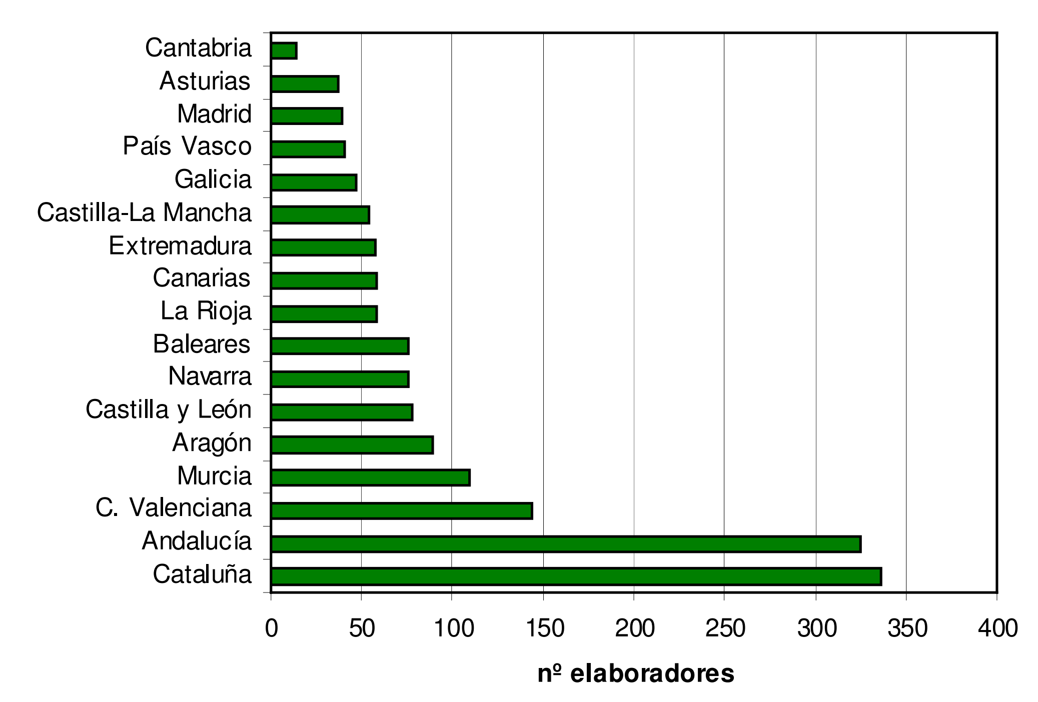
En cuanto al número de operadores por Comunidad Autónoma, Andalucía y Extremadura agrupan el 58,80% del total de productores dados de alta, para los datos anteriores del Mapa. Mientras que, con respecto a los elaboradores, Cataluña y Andalucía destacan claramente del resto de los territorios.

Gráfico 6. Distribución del Nº de operadores por CC.AA.



Fuente: A partir de datos de MAPA, 2005.

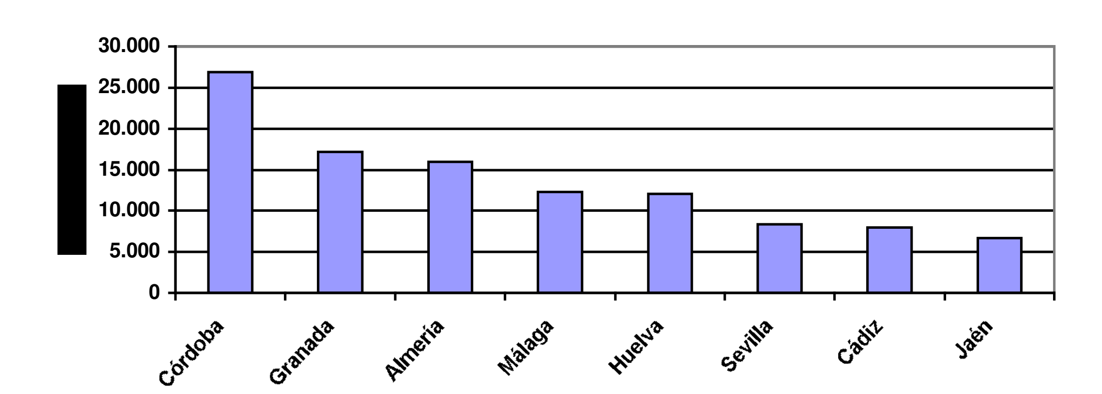
Gráfico 7. Distribución del Nº de elaboradores registrados por CCAA.



Fuente: A partir de datos de MAPA, 2005.

En Andalucía, Córdoba es la provincia con más superficie certificada en agricultura ecológica con 26.878 ha, seguida por Granada con 17.201 ha y Almería con 15.940 ha, siendo que cultivo más importante el olivar, que ocupa el 30 % de la superficie dedicada a la agricultura ecológica en Andalucía. Le sigue en orden, los bosques y la recolección de silvestre (21,8 %), los pastos y forrajes (16,9 %) y los frutos secos (16,12 %).

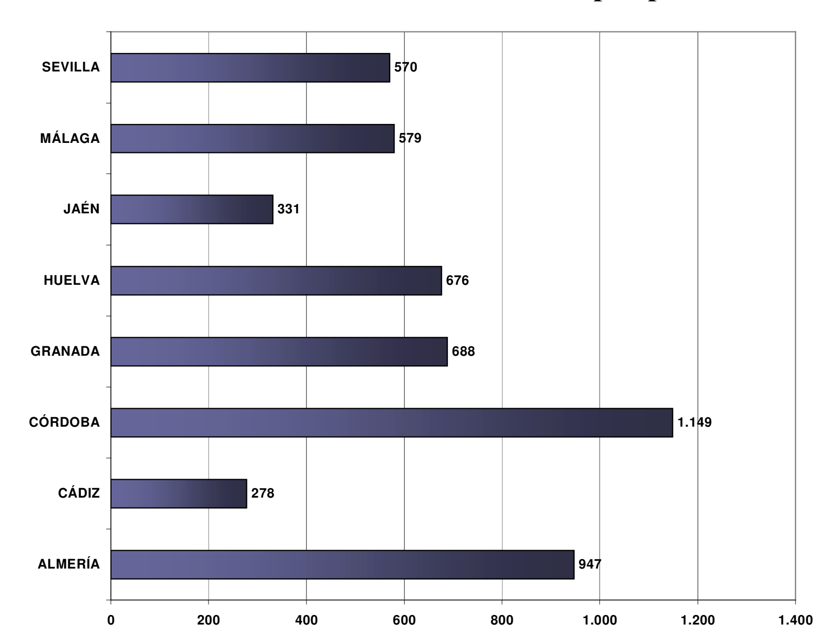
Gráfico 8. Distribución de la superficie ecológica por provincia en Andalucía.



Fuente: DGAE, 2005.

Por número de operadores destacan, de nuevo, las provincias de Córdoba y Almería con un 20,85% y un 17,18% respectivamente, del total de los operadores existentes en Andalucía. Los elaboradores se concentran en Córdoba (69 elaboradores) y Sevilla (54 elaboradores).

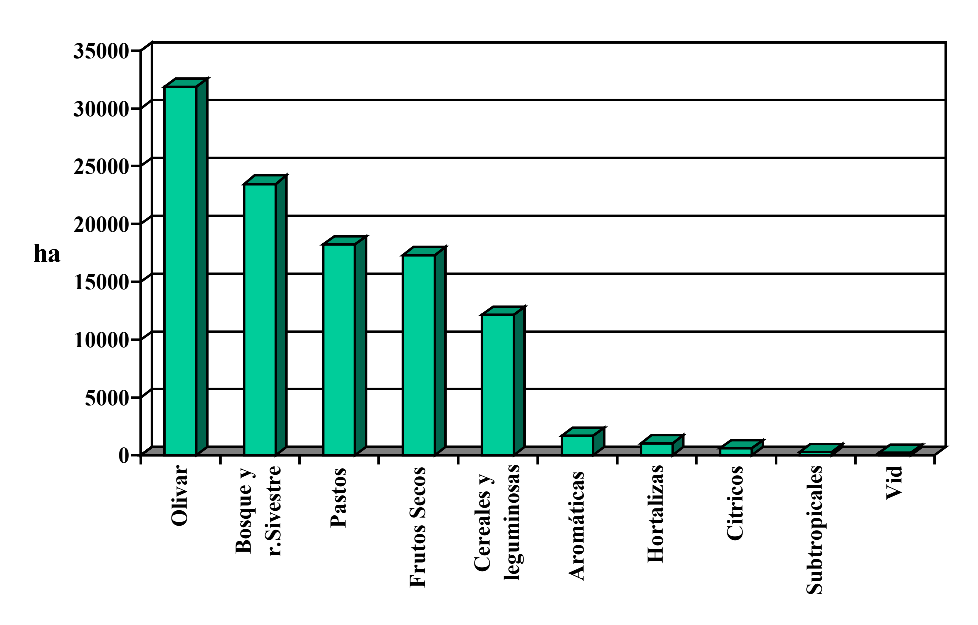
Gráfico 9. Distribución del Nº elaboradores por provincia en Andalucía.



Fuente: DGAE, 2005.



Gráfico 10. Distribución de la superficie en producción ecológica por cultivos en Andalucía.



Fuente: DGAE, 2005.

Desde el punto de vista del consumo de productos ecológicos y especialmente de los

volúmenes de venta, Europa es el área con mayores cifras. En 1997 se consumía en Europa 6.255 millones de dólares americanos en productos ecológicos, por encima de Estados Unidos que consumía 4.200 millones y Japón con 1.200 millones de U.S. dólares. Se estimaba en aquel entonces, que el incremento Mundial del consumo de productos ecológicos (Europa, E.E.U.U., Japón y Oceanía), sería como media de un 37 % en el año 2000, alcanzándose cifras de consumo en Europa de 8.450 millones de U.S. dólares, de 8.000 millones en E.E.U.U. y de 18.950 en el conjunto de las áreas antes mencionadas (International Trader Center, 1999).

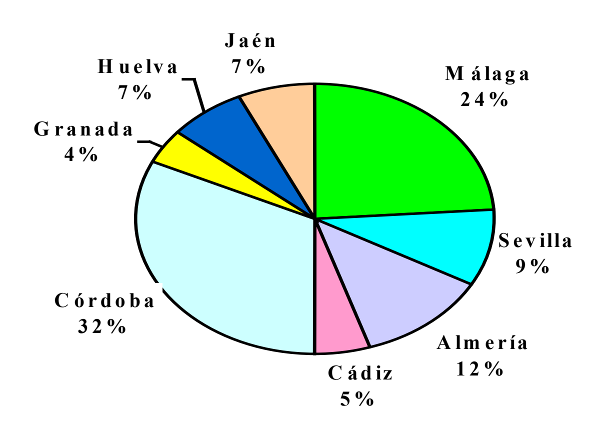
En Europa, el mayor consumidor de productos Ecológicos es Alemania, con unos 2.500 millones de U.S. dólares, seguido de Italia y Francia. En España, la producción comercializada en 1999 se estimaba por el MAPA en unos 104 millones de euros.

En Andalucía, la facturación de la producción ecológica continúa en crecimiento, sobrepasando los 18 millones de euros (**Gráfico 11**), siendo la región que más factura Córdoba, con el 32 % del volumen de Andalucía, seguida por Málaga y Almería, como se aprecia en la **Grafico 12**.

Gráfico 11. Evolución de la factura de las producciones ecológicas en Andalucía

Fuente: DGAE, 2000.

Gráfico 12. Distribución de la facturación de productos ecológicos en 2000.



Fuente: DGAE, 2000.

El mercado interior se está desarrollando más lentamente, pero actualmente se registra una mayor presencia de productos ecológicos en herbolarios, supermercados y tiendas especializadas, además de las tradicionales asociaciones de consumidores. Se detecta como las principales barreras para la expansión del consumo interno de productos ecológicos, el déficit de los productos y de puntos de venta, los precios superiores de los productos ecológicos y la falta de divulgación de estos entre la población. Se debe señalar, que en las Asociaciones de Consumidores de Andalucía y otras tiendas especializadas en la venta de productos ecológicos, los precios son inferiores a los que se venden en las grandes superficies. En un estudio realizado en Córdoba, el precio de las hortalizas ecológicas era solamente un 8 % superior al precio de las hortalizas convencionales en las grandes superficies y un 50 % inferior que los productos ecológicos en estas grandes superficies (García Trujillo, 2001).

6. Bibliografía.

Altieri, M. 1997. Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Ed. CIED. Lima.

Aubert, C. (1979). El Huerto Biológico. Ed. Integral Ediciones. Barcelona.

Dirección General de Agricultura Ecológica, 2000. Plan Andaluz de Agricultura Ecológica. Disponible en:

http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/opencms/portal/navegacion.jsp?entrada=tematica&tematica=650

Dirección General de Agricultura Ecológica, 2005. Balances 2005. Disponible en:

http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/opencms/portal/navegacion.jsp?entrada=tematica&tematica=650

FILB, 2006. Organic Farming in Europe 2005: Market, Production, Policy & Research. Background Information for the event "Organic Farming in Europe: Market, Production,

Policy & Research", held February 24, 2005, 12 to 13.30 hrs at the Biofach Congress, Nuremburg. Diponible en línea:

http://www.fibl.net/espanol/actualidades/index.php

Fukuoka, M. (1995). La senda del cultivo natural. Ed. Terapión. Valencia.

Hecht, Susanna. 1997. La evolución del pensamiento agroecológico. En: Altieri M. Agroecología, bases científicas para una agricultura sostenible. CLADES-ACAO, La Habana, Cuba.

IFOAM, 2006. The World of Organic Agriculture. Ed. Neil Sorensen, IFOAM, Bonn Germany, 2006.

Lampkin, N. 1998. Agricultura Ecológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2005. Fomento de la agricultura ecológica. Disponible en línea:

http://www.mapa.es/es/alimentacion/pags/encuesta/introduccion.htm

Naredo, J.M. 1991. "La agricultura ecológica en perspectiva". En Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola, nº 3, pp. 7-20. Madrid.

Roger, JM, 1985. El Suelo Vivo. Manual Práctico de Agricultura Natural. Ed. Integral Barcelona.

Sevilla Guzmán, E.; González M., M.; - Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible.

Steiner, R. 1988. Curso sobre Agricultura Biológico-Dinámica.. Editorial Rudolf Steiner. Madrid.

Unidad 2. LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS ECOLÓGICOS.

1. Riesgos derivados del uso de fitosanitarios en la producción convencional de alimentos.

Después de los grandes escándalos alimentarios de los últimos años, han quedado evidentes para la ciudadanía, los graves problemas de inseguridad de los sistemas de producción y procesamiento convencionales "modernos" de los alimentos.

Sin embargo, lo más grave de esta inseguridad no está en los fallos de los procesos de producción/transformación que pueden conllevar a que ocurran, de forma puntual, determinados problemas que pueden ser "corregidos", mediante mejores controles, sistemas sanitarios, etc., como puede ser el caso de las vacas locas o los pollos contaminados con dioxinas, etc. El grave problema de los alimentos producidos de forma convencional, reside en los principios de producción y los sistemas asociados, donde se utilizan un grupo de sustancias químicas que pueden afectar gravemente la salud tanto de los productores expuestos a ellos, como los consumidores a los cuales llega a través de los alimentos o el agua.

Los riesgos que entrañan estos sistemas convencionales se traducen en la contaminación con productos químicos que se utilizan en los procesos de producción, como son los pesticidas, herbicidas, hormonas, etc.; las cantidades de aditivos que contienen la mayoría de los alimentos conservados o los propios procesos de fabricación; la pérdida de calidad nutricional de los alimentos producidos a base de fertilizantes químicos y otras sustancias químicas de síntesis; la acumulación de ciertas sustancias muy tóxicas como los nitritos (principalmente en vegetales); el empleo de sustancias nutritivas de baja calidad y con efectos deletéreos para la salud, como pueden ser las grasas hidrogenadas que se emplean en la fabricación de bollerías; muchos sistemas de producción animal, donde éstos permanecen en sistemas confinados impropios, que reducen su bienestar y, por tanto, la calidad de los alimentos que producen.

A estos peligros, que nos llegan de forma difusa diariamente, se suman los organismos genéticamente modificados (OGM), nuevos alimentos a los que se han incorporado genes de otras especies y que pueden producir sustancias que, potencialmente, pueden provocar diversos trastornos de salud.

Los alimentos producidos en sistemas ecológicos tienen una mayor seguridad alimentaria, calidad biológica, nutricional y organoléptica, que los alimentos convencionales, como demuestran ya un importante número de investigaciones. Además, la producción ecológica produce un menor impacto ambiental y por lo general es socialmente más justa, con lo cual se producen sensaciones de tipo ético en los consumidores.

La mayor seguridad alimentaria que nos proporciona los alimentos ecológicos está en que, en su producción, no se permite el uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas u otras sustancias provenientes de la síntesis química. Además en la cría de animales no se permite el uso de drogas, hormonas ni antibióticos como alimentos, estimulantes o tratamientos profilácticos. Estas medidas garantizan que en los productos ecológicos aparezcan muchos menos residuos de pesticidas que en los convencionales y si aparecen en algunas muestras algún nivel de éstos, se debe a la contaminación difusa que se puede producir de campos

convencionales cercanos.

Tabla 1. Residuos de Plaguicidas en Muestra de Frutas Frescas y Verduras en Basilea, Suiza

	Convencional	Ecológico
Número de muestras	856	173
Sin residuos detectados (%)	60,9	97,1
Con niveles tolerables de residuos (%)	32,9	2,9
Con niveles excesivos de residuos (%)	6,2	0

Fuente: Schupbach, 1986.

Desafortunadamente, hoy en día están autorizadas en la UE unas 759 sustancias y en España unas 526 de las denominadas como agrotóxicos e inclusive están establecidos niveles permitidos de estas sustancias en los alimentos, que supuestamente podemos tolerar, en nuestra alimentación diaria.

En un estudio de la Dirección General de la Salud y la Protección del Consumidor de la UE, donde controló el nivel de presencia de pesticida en los productos de origen vegetal encontró, que de 40.577 muestras analizadas en el 36,3% tenían restos de un total de 62 pesticidas, mientras que el 11 % de las muestras contaminadas, los niveles de pesticidas excedían a los límites permitidos.

España no queda libre de estos problemas, un informe del Ministerio de Agricultura, publicado por El País (1999) comunicaba que el 40 % de las frutas y verduras que consumimos tienen residuos de sustancias agrotóxicas, detectándose hasta 53 sustancias diferentes.

Imagen 2. El País, 19 de septiembre de 1999.

EL PAIS

DIARIO INDEPENDIENTE DE LA MAÑANA

DOMINGO 19 DE SEPTIEMBRE DE 1999

El 40% de las frutas y verduras que comemos tiene restos de pesticidas

Un informe de Agricultura asegura que se trata de niveles no tóxicos

El Barça 'pincha' frente al Alavés y el Madrid empata en casa

GRATIS A INTERNET

SIGUE SIENDO CARO.

22. Riesgos para la salud.

¿Realmente podemos ingerir sustancias agrotóxicas diariamente, inclusive por debajo de los niveles permitidos, sin riesgos para nuestra salud? Todo parece indicar que no, por varias razones. Una de ellas es que muchas de estas sustancias se acumulan en nuestro organismo, pues no somos capaces de destruirlas eficientemente, provocando un efecto erosivo permanente, e interfiriendo el normal metabolismo de procesos biológicos muy delicados y resquebrajando la capacidad curativa del organismo, por otro lado, se ha comprobado que los efectos estrogénicos débil de algunos compuestos, al ser evaluados solo, se multiplican por más de 100 cuando se combinaban, como es el caso del endosulfán cuando se combina el dieldrín, dos pesticidas muy usados (Arnold et al, 1996).

La incapacidad de los organismos vivos de destruir eficientemente estas sustancias, hace que se acumulen en diferentes tejidos, produciéndose lo que se conoce como bioconcentración, proceso que se amplifica a través de la cadena de alimentación, o sea, los organismos mayores que se encuentran en la parte superior de las cadenas alimentarias, registran altos niveles de concentración de sustancias agrotóxicas y también son las que manifiestan los mayores efectos.En la Imagen 3 se muestra el fenómeno de la bioconcentración de PBCs, en la cadena alimentaria del lago Notario, donde los peces superiores y las aves sufrían de diferentes afectaciones de la salud y reproductivas.

Imagen 3. Bioconcentración de PBCs[3] en la cadena de alimentación del Lago Ontario

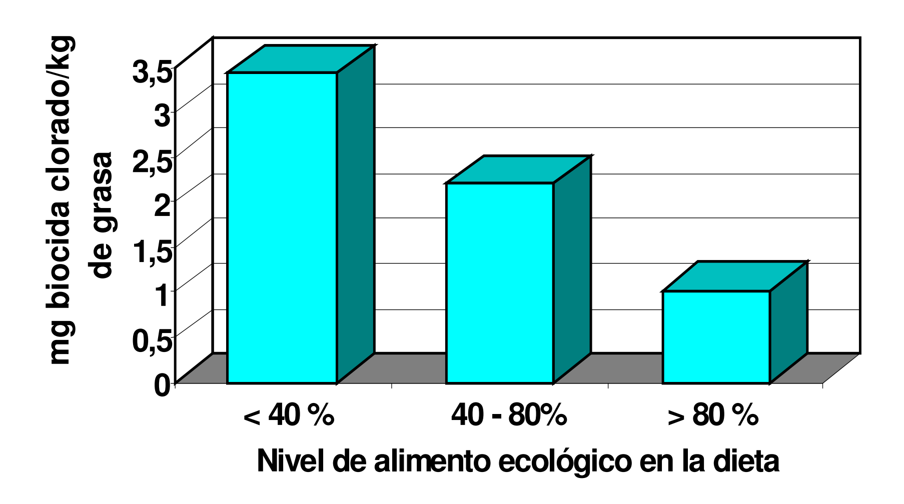
Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Murcia, 2006. Los valores que aparecen al lado de cada grupo zoológico significa las veces en que se encontró concentrado el PBCs en relación al nivel encontrado en el agua. En este caso las gaviotas presentaban una concentración de 25

[3] Los PBCs o policlorobifenilos, son productos indeseados en la fabricación e incineración de sustancias quimicas, doce de ellos son los llamados “dioxinas”.

millones superiores.

En los mamíferos, estas sustancias llegan a los fetos vía irrigación sanguínea y procedente de la movilización de grasa, que realizan las madres principalmente en la última fase de la gestación, y posteriormente, a través de la leche que producen, como muestra el Gráfico 13, donde se expone la concentración de biocidas (agrotóxicos) en leche materna (humanos) de madres sometidas a diferentes niveles de consumo de alimentos convencionales o ecológicos.

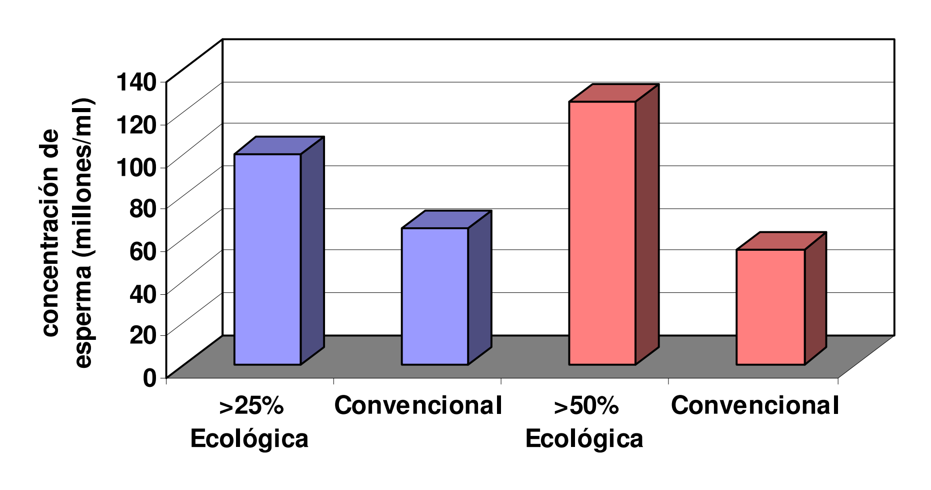
Gráfico 13. Contaminación de leche humana con biocidas clorados según el nivel de alimento ecológico consumido, en Francia.



Fuente: Aubert, C. 1987.

Otro efecto que cada vez se relaciona más con la contaminación ambiental, especialmente de agrotóxicos, y que está comprobado en animales, es la caída de la concentración de esperma registrada en las poblaciones de los países occidentales. Dos trabajos ya demuestran como la concentración de esperma en humanos puede variar en relación al tipo de dieta que consumen, como se muestra en el Gráfico 14.

Gráfico 14. Efecto del nivel de consumo de dieta ecológica en la concentración de esperma en hombres.



Fuente: Jensen et al, 1996. Abell et al, 2000.

Los efectos en la salud de las sustancias agrotóxicas son muy diversos, dada la gran variedad de su naturaleza química. Actualmente, se sabe que para algunos de estos efectos, como las disrupciones hormonales, se producen con la exposición a dosis ínfimas.

A continuación, se brindan algunos ejemplos del efecto de un grupo de biocidas frecuentemente utilizados en la producción convencional:

Captan (Captanut, Fungoro): un fungicida que puede causar cáncer, hiperactividad y daños en la piel, los ojos y los riñones.

Clorpirifos, Metil-clorpirifos (Clorpinut, Reldan, Clorex): Insecticidas organofosforados que son acumulativos y que pueden producir daños al feto, al desarrollo del sistema nervioso y al cerebro, deterioro del sistema inmunológico, defectos de nacimiento y anomalías hormonales características de los estrógenos.

Endosulfan. Insecticida organoclorado "muy sospechoso de estar contaminado con dioxinas", con efecto de disruptor hormonal endocrino estrógeno, que puede causar un desarrollo sexual anormal y alteraciones reproductivas. También causa cáncer, mutaciones, daños en los ojos, en los glóbulos rojos de la sangre y en los riñones y una inhibición de las defensas inmunológicas

Malatión (Mafathiol): un insecticida organofosforado que puede causar daños genéticos y en el sistema inmunológico, defectos de nacimiento, retrasos en el desarrollo del sistema nervioso, reacciones alérgicas, alteraciones de la conducta y de las ondas cerebrales, úlceras e inflamaciones del aparato digestivo y daños en la visión.

Glifosato. La transformación de la molécula de glifosato en N-nitroso-glifosato, da como resultado un producto con posible carácter cancerígeno.

Procimidona (Driza): un fungicida que puede causar cáncer y actuar como disruptor de andrógenos.

Fuente: White, 2000. Datos contrastado en ATSDR, 2006.

Algunos de los metabolitos (o productos resultantes de la descomposición de los agrotóxicos) son tanto o más tóxicos que la sustancia original. El paraoxón es un metabolito del insecticida paratión, que aumenta la inhibición del enzima colinesterasa (sistema nervioso); el diazoxón se produce a partir del insecticida diazinón y tiene los mismos efectos que el paraoxón; diversos metabolitos del herbicida atrazina tienen efectos cancerígenos; el etilen-tio-urea (ETU) formado a partir de EBDC y diversos fungicidas (maneb, mancoceb, zineb) tiene igualmente efecto cancerígeno; y el DDE es un disruptor hormonal tan potente o más que el DDT del que procede.

Otra de las sustancias tóxicas que contienen principalmente las hortalizas producidas de forma convencional, son los nitratos y los nitritos, que tienen serios efectos sobre la salud. También los productos ecológicos han mostrado tener menor acumulación de este metabolito, intermedio de los vegetales y que se acumula en éstos debidos a la aplicación de fertilizantes químicos de alta solubilidad, y a posibles intoxicaciones subclínica de las plantas por el uso de agrotóxicos que le impide metabolizar estas sustancias eficientemente. Aunque se debe destacar que otros factores, como un exceso de purines o una baja densidad lumínica, pueden aumentar de forma indeseable estos compuestos inclusive en los cultivos ecológicos.

Los nitratos y los nitritos tienen efectos negativos para la salud. El peligro de los nitratos radica en que pueden ser reducidos a nitritos en el interior del organismo humano, especialmente en los niños de menos de tres meses de edad, y en adultos con ciertos

problemas (EPA, 2006). Los nitritos producen la transformación de la hemoglobina a metahemoglobina compuesto que no es capaz de captar y ceder oxígeno de forma funcional, y los bebés que consumen aguas por encima de 10 mg/l de nitrato o 1 mg/l de nitrito pueden enfermar gravemente, presentando deficiencia respiratoria y el síndrome del bebe cianótico.

Una vez formados los nitritos, pueden reaccionar con las aminas, sustancias ampliamente presentes en nuestro organismo, originando las nitrosaminas, un tipo de compuestos sobre cuya acción cancerígena no existen dudas. En las experiencias de laboratorio, se ha comprobado que alrededor del 75 % de ellas pueden originar cánceres hepáticos y, aunque con menor frecuencia, también de pulmón, estómago, riñones, esófago y páncreas. También se ha podido comprobar que, existe una correlación directa entre el consumo de alimentos o aguas con exceso de nitratos y los cánceres gástricos y en las embarazadas que ingieren cantidades altas de nitratos se eleva la mortalidad durante los primeros días de vida del hijo, principalmente debido a malformaciones que afectan al sistema nervioso central, al muscular o al óseo (CRIE, 2002).

Los nitritos también pueden formar compuestos cancerígenos con ciertos residuos de plaguicidas, como los dicarbamatos (fungicida).

3. Calidad de los productos ecológicos.

La calidad nutricional de los productos ecológicos es superior al de los convencionales. Ya desde mediados de los años 70 los trabajos de Schuphan (1975), resultado de 12 años de investigación, mostraban que los productos ecológicos superaban a los convencionales en el contenido de proteínas (18%), vitaminas (28%), azucares totales (19%) y minerales como el hierro (17%), potasio (18 %), calcio (10%) y fósforo (13%) mientras los componentes indeseables como los nitratos eran muy inferiores (-93%) (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del cultivo ecológico sobre la calidad de los vegetales.

Componentes deseables		Componentes indeseables	
Materia Seca	+ 23 %	Nitratos	- 93 %
Proteína	+ 18 %	Aminoácidos libres	- 42 %
Ácido Ascórbico	+ 29 %	Na	- 12 %
Azúcares total	+ 19 %		
Metionina	+ 23 %		
K	+ 18 %		
Ca	+ 10 %		
Fe	+ 17 %		
P	+ 13 %	Rendimiento	- 24 %

Fuente: Schuphan, 1975. Medido durante 12 años y comparando fertilización con estiércol vs. Mineral.

Gráfico 15. Beneficio nutritivo de tomate y lechuga ecológica.

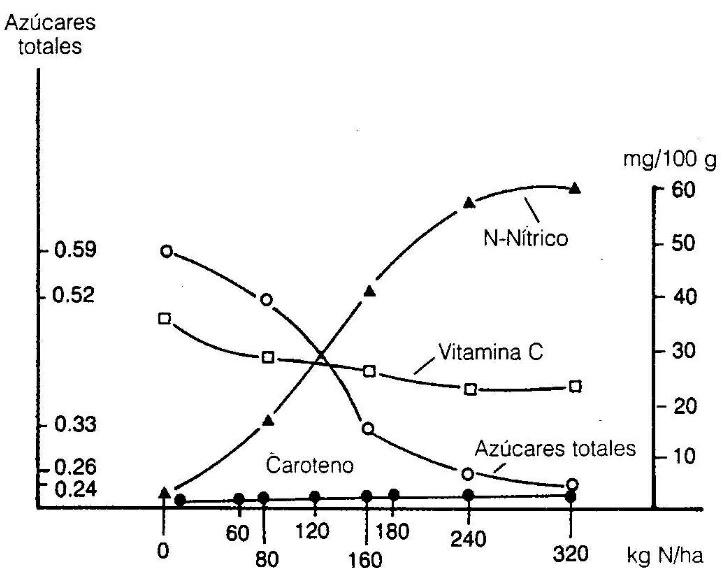
meq/100g
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Calcio
Magnesio
Potasio
Magnesio
Hierro x10
Cobre
Ecológico
Convencional

Fuente: Heaton, 2002.

Recientemente, un estudio realizado por Rutgers University (Heaton, 2002) en Reino Unido, comprueba la superioridad de las verduras ecológicas en el contenido de minerales, el cual superó entre 10 y 50 veces el contenido por los convencionales. Estos estudios mostraban que, cuando se consumían las verduras cultivadas de forma convencional, se obtenía solamente el 13 % de los minerales que cuando eran ecológicas.

Por otro lado, se debe señalar que la fertilización nitrogenada química reduce la calidad de los alimentos, especialmente el contenido de vitamina C, como se muestra en la Imagen 4.

Imagen 4. Efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad de espinaca (media de 3 años).



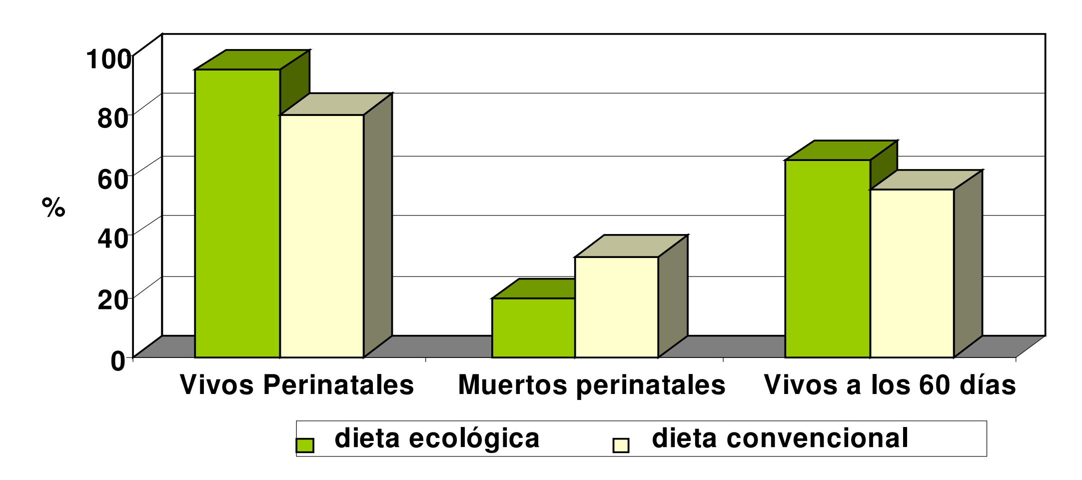
Fuente: Schuphan, 1976 (adaptada).

La importancia de una buena nutrición en vitaminas y minerales sobre la salud está muy bien documentada, sobre todo cuando provienen de alimentos naturales que, además de suministrar una gama muy variada de estos nutrientes, suministran otras sustancias necesarias para lograr lo que hoy se denomina una salud positiva. Los datos aportados por Heaton, en su entrevista a la revista Vida Sana, menciona estudios realizados en Reino Unido y publicados durante 1992, que concluyen que si se mejora el suministro de vitaminas y minerales a través de alimentos biológicos se podría reducir el cáncer en un 20%, las enfermedades cardiacas en un 25%, la artritis en un 50% y el alcoholismo en un 33%.

La mayor calidad biológica de los alimentos ecológicos se ha comprobado con diferentes pruebas biológicas. La más antigua se realizó en Nueva Zelanda (Daldy, 1940) en los años 40, donde se comparó el efecto de la dieta ecológica en escolares, a los cuales se les suministró estos alimentos durante dos años. Al cabo de este tiempo, se comprobó que su salud dental era mucho mejor, tenían mayor resistencia a la fractura de huesos, había disminuido notablemente la incidencia de gripe y resfriados, su convalecencia era menor y su salud en general era mucho mejor.

En conejos alimentados con alimentos ecológicos, Mauer (1989) observó una mayor cantidad de gazapos nacidos vivos y una menor mortalidad hasta los 60 días, (Ver Gráfico 16) y en gallinas que se le dejaban elegir entre alimentos ecológicos y convencionales, consumían más de dos terceras partes de alimentos ecológicos.

Gráfico 16. Natalidad y supervivencia en crías de conejo alimentados con dietas convencional o ecológica.



Fuente: Mauer, L. 1989.

Las personas también muestran una mayor preferencia hacia los alimentos ecológicos, principalmente debido a su mejor sabor, lo cual se ha relacionado con un mayor contenido de azúcares, mayor consistencia al contener menos agua y quizás otras características como el mayor contenido de vitamina C. Esto lo demuestran estudios como el de Domínguez, Raigón y Soler (2003), en el que se destaca la mayor proporción de contenido en vitamina C, pulpa y aceites esenciales, haciéndolos de mayor interés tanto para su consumo en fresco como para la industria de transformación.

En medio de los problemas con la seguridad alimentaria y de crisis ambiental que estamos

padeciendo, la producción de alimentos ecológicos es una alternativa viable que ha demostrado su eficacia en el campo de la producción, la salud y el medio ambiente. La contribución de este modo de producción a la seguridad alimentaria se efectúa a través de:

- Un reglamento europeo, que regula los procedimientos a seguir en la Agricultura, Ganadería e Industria Ecológica.
- Cada país establece su reglamento a partir del Europeo, pero siempre cumpliendo sus mínimos.
- Existen órganos de control y certificación, de las producciones ecológicas, autorizados por las autoridades de cada país o comunidad.
- Existe un sistema de trazabilidad de todas las producciones ecológicas.
- Todos los productos ecológicos tienen que estar identificados, con el número del comité certificador pertinente y opcionalmente con el logotipo.
- Existen regulaciones para la exportación e importación de productos ecológicos.
- El periodo de conversión de la tierra es como mínimo de dos años, antes de certificar como ecológica la producción.
- Está prohibido el uso de pesticidas, fungidas o herbicidas de síntesis, así como de fertilizantes químicos.
- Se recomiendan métodos agrícolas que protejan el medio ambiente y potencien las funciones ecosistémicas.
- Los aditivos, para el procesamiento industrial de los productos ecológicos, están muy regulados.

En la producción animal, también se consideran un grupo de normas adicionales entre las que se encuentran:

- Está prohibido el uso de antibióticos, y sustancias de síntesis en los alimentos de los animales.
- Está prohibida la medicación alopática y las vacunas no justificadas.
- La producción animal está ligada a la tierra.
- Se emplean sistemas de manejo que reduzcan el estrés y permitan expresar el máximo del comportamiento natural de los animales.
- Se recomienda el empleo de razas autóctonas y adaptadas.
- Se emplea una alimentación balanceada y de calidad, con acceso al pasto, niveles adecuados de forraje y ejercicio funcional.

4. Bibliografía.

Arnold y otros,1996. “Synergetic activation of estrogen receptor with combination of environmental chemicals”. Science, vol272, pag. 1489-1492.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2006. ToxFAQs™. Disponible en línea:

http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_toxfaqs.html

Aubert, C. 1987. Pollution du Lait Maternel, une Enquete de Terre Vivant. Les Quatre Saisons du Jardinage. Nº 42. Pág 33 – 39.

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Murcia, 2006. Compuestos orgánicos persistentes. Conocimientos básicos. Ed. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Disponible en línea:

http://www.calidadambiental.info/murcia/sec05_libros/pdf_05/COPs.pdf

Centro Rural de Información Europea (CRIE), 2002. Agricultura Ecológica. Disponible en línea:

http://www.criecv.org/

Daldy, Y. 1940. "Food production without artificial fertilisers". Nature 145 (3684) jun. 8 p. 905

Domínguez , A., Raigón, M.D., Soler , D. 2003. "Hacia la citricultura de calidad con la producción ecológica". Vida Rural nº 169, mayo 2003, p. 36-40

EPA, Agencia de Protección Ambiental, 2006. Reconocimiento y Manejo de los Envenenamientos por Pesticidas, 5th Edición. Disponible en línea:

http://www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/contents.htm

Heaton, S. 2002. "Científicamente los alimentos biológicos son más seguros y más nutritivos". Vida Sana, Verano 2002, 10-12.

Jensen et al, 1996. The Lancet 347. Abell et al, 2000. Scandinavian Journal of Work and Environmental Health 26 (6).

Mauer, L. 1989 Criterios para la evaluación de la calidad en los productos alimenticios Elm Farm.

Schuphan, W. 1975. "Yield maximization versus biological value". Qual. Plant., 24 281-310.

Schupbach, M. 1986. "Spritzmittelrückstände in Obst und Gemüse". Deutche Lebensmittel Rundschau, 82(3): 76-80.

White, A., 2000. "Niños, pesticidas y cáncer". Revista The Ecologist, pp. 38-42, mayo 2000. Ed. Servicios de Promociones Alternativas, S.L. Barcelona

Unidad 3. BASES ECOLÓGICAS EN QUE SE SUSTENTAN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA.

En la naturaleza ocurre un grupo de procesos que permiten que los ecosistemas naturales como bosques, estuarios y otros funcionen con una alta eficiencia. En muchos sistemas agrícolas estas funciones han sido suprimidas o están muy disminuidas por la forma de conducirlos, de forma tal que es necesario estar interviniendo constantemente para reparar los equilibrios rotos. Desgraciadamente lo estamos haciendo con sustancias y métodos que muchas veces afectan el desarrollo de muchos organismos, deteriora la base productiva (el suelo), el medio ambiente en general y puede llegar a afectar al hombre, sobre todo las sustancias tóxicas que aplicamos para matar insectos, bacterias, hongos y plantas.

Por tal motivo, es esencial que para iniciarse en el cultivo ecológico se conozcan cuáles son aquellas funciones de la naturaleza que podemos utilizar en el desarrollo de una agricultura ecológica.

Las principales funciones que ocurren en los sistemas naturales, y que se tratan de potenciar en los sistemas de producción ecológicos son:

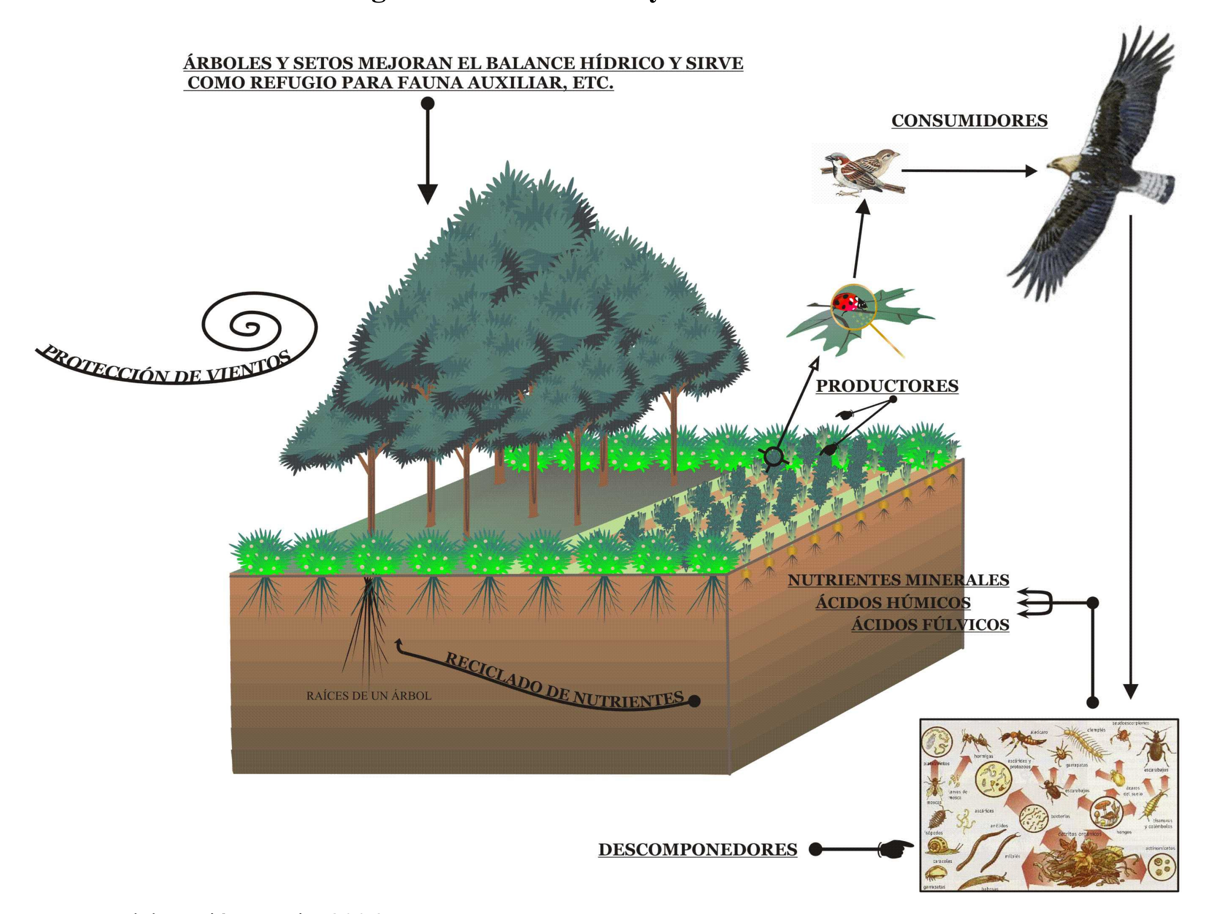
- La utilización eficiente de los recursos.
- Regulación y estabilidad biótica.
- Protección del suelo.
- Reciclado de nutrientes.
- Ciclo del agua.
- Estabilidad ambiental.

1. La utilización eficiente de los recursos.

La vida es posible por la conversión que realizan las plantas de la energía solar en sustancias orgánicas; En un proceso conocido por fotosíntesis, donde el CO_2 del aire y el hidrógeno (H) del agua se combinan para formar los hidratos de carbonos a partir de los cuales se sintetizan otras sustancias, y donde participan también otros minerales del aire y el suelo.

A partir de la producción de las sustancias orgánicas por las plantas, se establecen diferentes y complejas cadenas alimentarias por donde fluye la energía solar capturada por las plantas, y se reciclan los nutrientes necesarios para su formación. En este ciclo las plantas son las productoras; a los organismos que viven de las partes vivas de las plantas se denominan herbívoros o fitófagos; y a los que se alimentan de herbívoros se denominan predadores, que también se pueden alimentar de otros predadores existiendo varios niveles en este grupo. Los animales que descomponen la materia orgánica muerta (microorganismos, algunos insectos, lombrices y otros pequeños organismos) se denominan transformadores y tienen la función de mantener en óptimas condiciones al suelo para el desarrollo de las plantas y devolver los nutrientes necesarios para continuar la producción de sustancias orgánicas que permite la renovación de la vida.

Imagen 5. Biodiversidad y el ciclo de la vida



Fuente: elaboración propia, 2006.

A nivel de los organismos transformadores de la materia orgánica del suelo, también se establecen diferentes cadenas alimentarias, pues si bien un número importante de organismos se alimenta de materia orgánica muerta (saprófitos), otros son depredadores de estos organismos.

La biodiversidad se expresa en este ciclo de dos formas: la que hemos descrito, que nos señala cómo diferentes organismos se acoplan para conjurar un ciclo vital; la segunda es la biodiversidad de organismos que se complementan para potenciar la producción de biomasa a partir de los recursos existentes.

Esta segunda función de la biodiversidad se da en todos los niveles tróficos de los organismos vivientes. Así, tenemos plantas adaptadas a vivir en diferentes tipos de suelos, régimen hídricos, latitud y altitud, etc. Dentro de una misma condición climática, los ecosistemas se encuentran formados por comunidades de plantas: unas son altas con requerimientos elevados de energía solar; otras crecen debajo de éstas, utilizando los rayos solares que dejan pasar las primeras y la energía difusa, desarrollando su potencial bajo estas condiciones. En cuanto a la exploración del suelo, también la biodiversidad permite la explotación de diferentes estratos y el uso de diferentes nutrientes.

La biodiversidad en los animales también les permite emplear los diferentes recursos que se producen y, a la vez que se crean complejas cadenas de alimentación y producción de biomasa, se establecen las regulaciones bióticas de las diferentes poblaciones.

El empleo de la biodiversidad para optimizar los recursos existentes también se emplea en los sistemas agrarios. Ejemplo de ello son los sistemas agroforestales, agrofrutícolas, silvopastoriles, los policultivos, la integración de la ganadería con la agricultura y, en cierta medida, las rotaciones de cultivos.

La agricultura "intensivista" basa su producción en el monocultivo y la separación de la agricultura, los montes y la ganadería, con lo cual se pierden las ventajas de la biodiversidad en la optimización del uso de los recursos y la productividad del sistema. La agricultura "intensivista", para mantener la productividad de sus cultivos, emplea elementos ajenos al sistema, por lo general tóxicos para los organismos vivos o los agroecosistemas.

2. Regulación biótica.

La regulación biótica es otra de las funciones, de gran importancia, que se producen en los sistemas naturales. Consiste en la regulación del crecimiento de poblaciones de organismos por otros organismos. Esta regulación tiene gran importancia en el control de cualquier explosión poblacional de organismos que puedan convertirse en plaga, sean microorganismos, insectos, mamíferos o plantas (como pueden ser las incorrectamente llamadas "malezas").

Las cadenas tróficas que se establecen en la naturaleza son la clave de la regulación biótica. Sin embargo, existen otros mecanismos de regulación como pueden ser la competencia entre plantas por recursos como luz y nutrientes, o la segregación de sustancias químicas que pueden afectar el desarrollo de otros organismos, como puede ser el caso de la segregación de antibióticos por actinomicetos, que inhiben el crecimiento de bacterias y hongos; o también el caso de plantas que pueden inhibir el crecimiento de otras plantas (alelopatía), de patógenos del suelo o repeler insectos.

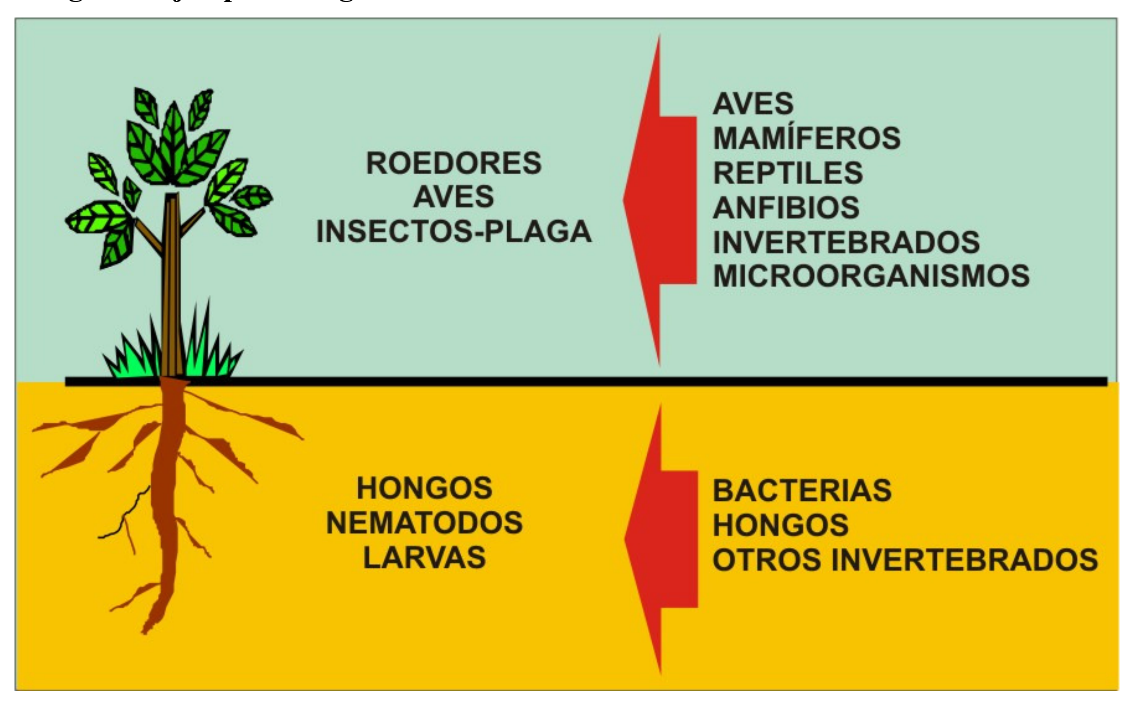
La regulación puede ser también de carácter facilitador, es decir, que la presencia de ciertas plantas o estructuras pueden facilitar la presencia de un organismo o grupos de organismos a través del suministro de alimentos, refugio, lugar de nidificación o cambio en el ambiente. Estos organismos pueden ser beneficiosos para la actividad agrícola, como es el caso de los depredadores y parasitoides de lepidópteros y áfidos, que necesitan para su alimentación plantas en floración que le suministren néctar y polen, así como refugio, cosa que encuentran en muchas plantas silvestres que crecen en los bordes de los campos, bosquecillos, linderos y en los propios campos agrícolas.

Todos los organismos tienen una función en el ecosistema, sea esta conocida o no, más o menos importante, y la ruptura de los equilibrios, que puede venir dada tanto por el cambio de las condiciones como por la supresión de organismos, puede crear condiciones para la aparición de plagas y epidemias.

En todos los grandes grupos de organismos, desde nuestro punto de vista, existen especies potencialmente plagas (que son los organismos fitófagos y parásitos), por lo general con una alta tasa de reproducción y propagación; también hay depredadores que son animales que se alimentan de otros animales y que los llamamos reguladores biológicos u organismos benéficos; y otros que por sus hábitos de alimentación (saprófagos, que se alimentan de sustancias muertas), capacidad de reproducción u otra característica que limite su población, los consideramos neutros o sin potencial de hacer daño. Aún así, aunque algunas especies, por razones de falta de alimento habitual o la creación de ciertas

condiciones, se pueden convertir en parásitos, como es el caso de algunos microorganismos del suelo o las propias plantas silvestres que pueden infestar los campos de cultivos. A continuación se esquematiza un ejemplo de regulación biótica.

Imagen 6. Ejemplo de regulación biótica.



Fuente: elaboración propia, 2006.

Son innumerables, y en parte desconocidas, todas las actividades de control que realizan los depredadores y parasitoides en la naturaleza. A modo de ejemplo, señalaremos los siguientes:

- Las larvas de las moscas sírfidos comen de 200 a 800 pulgones hasta su transformación en crisálida.
- Una avispa icnoumónida es capaz de parasitar y destruir a 1.000 pulgones.
- Una larva de mariquita es capaz de devorar de 200 a 600 pulgones hasta su transformación en crisálida.
- Una araña de jardín devora al año unos 2 kg. de insectos.
- Un herrerillo (*Parus sp.*) de apenas 11 cm., destruye unos seis millones y medio de insectos y para dar de comer a sus entre 6 y 12 crías, le hace falta un mínimo de 24 millones.

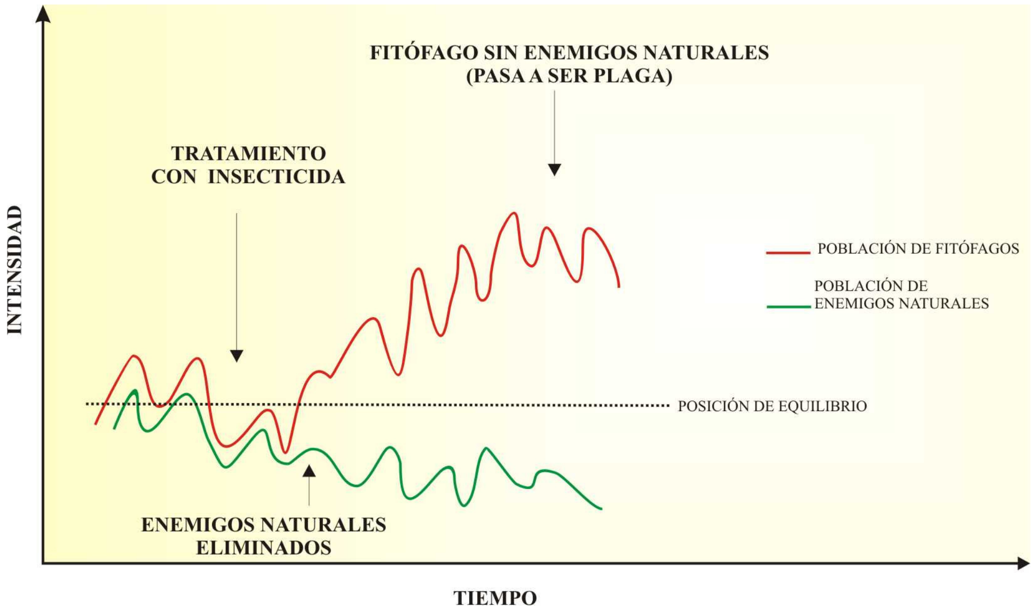
Debemos destacar que las aves, insectos y otros organismos fitófagos que pueden ser plagas potenciales de los cultivos, también realizan regulaciones beneficiosas al consumir cantidades enormes de semillas de plantas silvestres o sus partes aéreas.

El uso de agrotóxicos en la agricultura, además de eliminar los organismos plaga, elimina también los organismos depredadores o parásitos de las plagas, ya sea directamente o a través de la contaminación que van acumulando, con lo que se crean condiciones más propicias para el crecimiento de los fitófagos plagas y la aparición de plagas cada vez más

virulentas, como muestra la Imagen 7.

La biodiversidad también ejerce regulación biótica a través de la propia diversidad. Muchas plagas son especialistas en determinadas plantas, por lo que la homogeneidad de cultivos en un área determinada o su repetición continuada en el tiempo crea condiciones para la aparición de plagas. De aquí que los mosaicos de plantas, los policultivos, las rotaciones de cultivos y otras técnicas, al simular en parte la diversidad de la naturaleza, crea condiciones para la regulación biológica.

Imagen 7. Modificación de la posición de equilibrio de la población de insecto plaga y su enemigo natural por la aplicación de insecticida



Fuente: elaboración propia, 2006.

3. Protección del suelo.

La naturaleza, tiende por medio de la biodiversidad de plantas, a cubrir siempre el suelo si existen condiciones mínimas para su desarrollo. Ésta es una reacción natural propia de la utilización de recursos, con el fin de reproducción y competencia por la subsistencia, y que conduce a la producción de biomasa. Las plantas no sólo ocupan el suelo, sino que lo desarrollan y mantienen a través del trabajo de sus raíces, de sus exudados y de la vida de diferentes organismos que viven de ellos, gracias al aporte de materia orgánica que realizan las propias plantas. Un suelo capaz de soportar una producción vegetal abundante es una mezcla de sustancias inorgánicas procedentes del sustrato original, materia orgánica producida por las plantas y una vida intensa que transforma la materia orgánica, poniendo a disposición de las plantas una buena parte de los nutrientes que necesita, asociándose con ellas para facilitar la toma de nutrientes, reduciendo la pérdida de éstos en el suelo y creando condiciones para la aireación, penetración y retención del agua en el suelo.

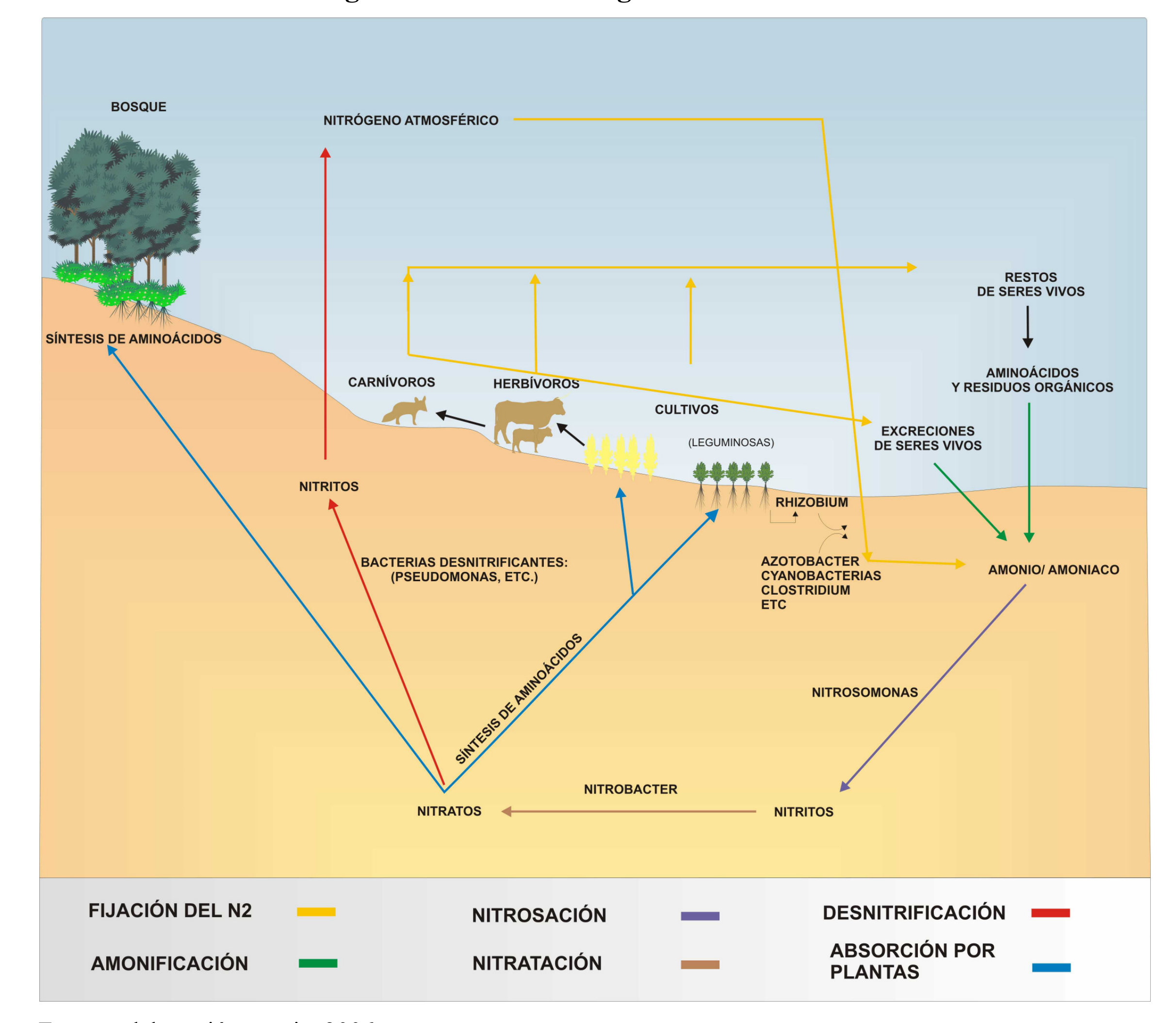
Por tanto, el mantener los suelos descubiertos y desprotegidos es un acto antinatural, que pagamos con la erosión que en ellos se produce, y con la necesidad de aplicar nutrientes a la planta por la esterilización a que sometemos al suelo, perdiéndose las funciones benéficas para la nutrición de las plantas que realiza el conjunto de organismos que habitan en un suelo vivo.

4. Reciclado de nutrientes.

La biodiversidad permite la recirculación de nutrientes, la complementación de la nutrición y la recirculación de la fertilidad en los ecosistemas y los agroecosistemas, reduciendo de forma importante las pérdidas de nutrientes del sistema, y contribuyendo a aportar importantes cantidades de nutrientes de las capas profundas del suelo o de la atmósfera a la parte superficial y más activa del suelo.

Por ejemplo, las plantas de raíces profundas como los árboles, arbustos y algunas leguminosas, extraen nutrientes de las partes profundas del suelo y los depositan en la superficie al caer sus hojas; las especies de gramíneas son capaces de tomar potasio no asimilable por otras plantas y depositarlo en el suelo al morir su partes aéreas; las leguminosas fijan nitrógeno de la atmósfera y solubilizan fósforo; los microorganismos del suelo, al crecer y tomar nutrientes, evitan que éstos queden libres y se pierdan por lixiviación, poniéndolos a disposición de las plantas gradualmente a medida que mueren o se alimentan, además de trasformar un grupo de nutrientes para que sean asimilables por las plantas; las lombrices de tierra hacen más asimilables los nutrientes al transformar el suelo que va circulando por su sistema digestivo; los hongos micorrizas, que se asocian a las plantas, además de aumentar la superficie de absorción de las raíces, permiten que tomen nutrientes no asequibles directamente por la raíz, como el fósforo. En la Imagen 8, a modo de ejemplo, se muestra el ciclo del nitrógeno en un ecosistema. Se puede observar cómo los animales contribuyen a la recirculación de los nutrientes. De igual forma, la existencia de bosques en las colinas y partes altas, con una intensa producción de materia orgánica y recirculación de nutrientes, puede favorecer la fertilidad de los valles cercanos al transferir a éstos nutrientes y materia orgánica en las aguas de lluvia.

Imagen 8. Ciclo del Nitrógeno en la naturaleza.



Fuente: elaboración propia, 2006

5. Estabilidad biótica y ambiental.

La biodiversidad es un elemento decisivo para la estabilidad biótica y contribuye a la estabilidad ambiental. Como hemos mencionado con antelación, la diversidad de plantas previene la concentración de un mismo recurso o especie de planta y por tanto limita el crecimiento y dispersión de los fitófagos especialistas. Por lo general, estos fitófagos especialistas se constituyen en plagas cuando pocas especies de plantas dominan el sistema. Estos sistemas pobres en diversidad no han surgido por selección natural, sino por presión de la actividad humana, como ocurre con los monocultivos agrícolas.

La biodiversidad intrínseca en cada especie también constituye un importante elemento de subsistencia ante las variaciones periódicas del clima o el desarrollo natural de una enfermedad, que si bien puede afectar a algunos individuos (uno de los tipos genéticos, naturales o seleccionados), otros resisten y sustituirán a los susceptibles.

La diversidad de plantas, al suministrar materia orgánica diversa al suelo, también permite una mayor diversidad de organismos en el suelo, evitando también el desarrollo excesivo de algunas especies de patógenos potenciales especializados en un tipo de planta o residuo de

planta. Las prácticas de policultivo y rotaciones de cultivo entre otras, tiene la finalidad de simular la naturaleza en esta regulación biótica de la biodiversidad. Un ejemplo claro de esto, es la necesidad de hacer rotaciones de largos periodos de tiempo en la patata para evitar algunas enfermedades provocadas por nemátodos, hongos e insectos.

En cualquier ecosistema o agroecosistema no muy deteriorado, nos encontramos la existencia de muchas especies de plantas representadas por pocos individuos. Pues bien, estas especies pueden estar jugando una función esencial para el sistema como refugio, fuente de alimento, atrayente o repelente de otros organismos que pueden ser esenciales en el equilibrio biológico del sistema. Por ejemplo, se ha observado que los prados polifíticos (o sea, con muchas especies) se recuperan más rápido de una sequía que aquellos que han estado dominados por una o pocas especies.

En términos generales, la biodiversidad se asocia a la estabilidad biológica de los sistemas, asumiendo que todo ecosistema está en cambio y evolución. Pero de forma natural esto ocurre en tiempos geológicos. En la actualidad la degradación a que estamos sometiendo a ecosistemas y agroecosistemas, ya sea directa o indirectamente, está fuera de todo tiempo natural de cambio; de aquí los riesgos y peligros que estamos corriendo.

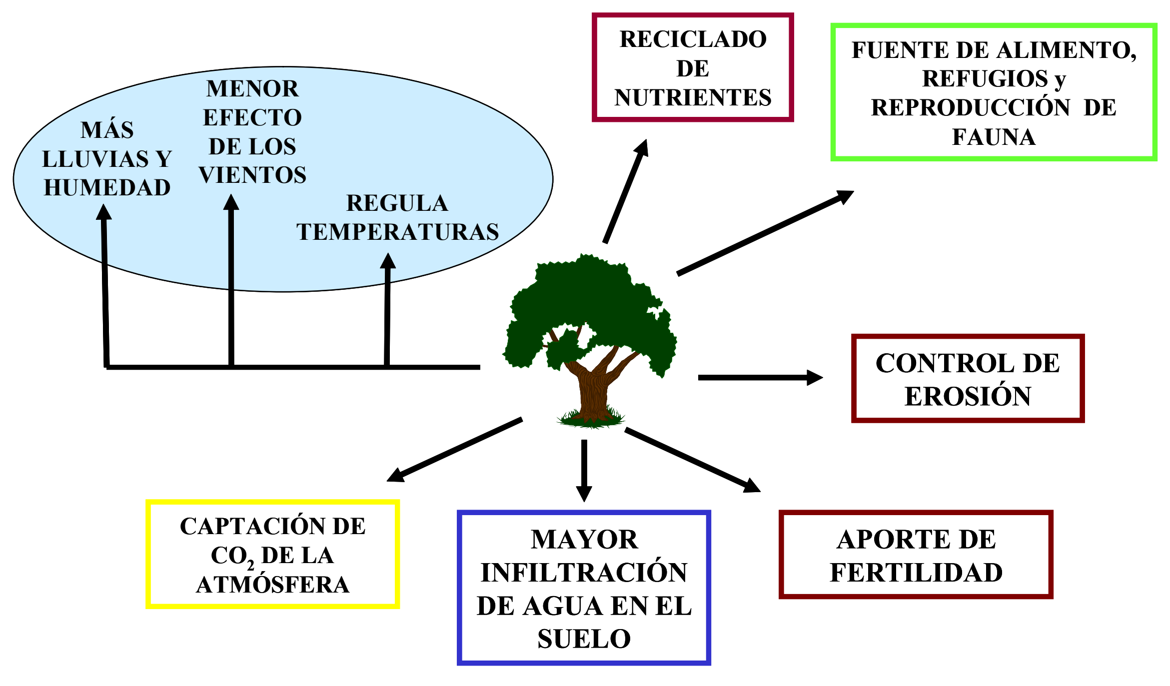
Los ecosistemas en su evolución de sistemas inmaduros a sistemas maduros o estables, como son los bosques, praderas u otros llamados clímax, no sólo se transforman a sí mismos, sino que transforman el sustrato y el mesoclima regional, hecho que permite que se establezcan comunidades de especies que en el ambiente inicial nunca se hubieran desarrollado. Por eso, la destrucción desmedida de los ecosistemas naturales puede tener efectos negativos sobre el mesoclima de una región, haciendo que sea más seco, caluroso o frío según la época del año, y que los agentes erosivos como la lluvia y el viento tengan un mayor impacto sobre la erosión de los suelos.

Especialmente los árboles tienen una función muy importante en la regulación ambiental: al evaporar agua reducen la temperatura ambiente, que es controlada además con el resto de las plantas que cubren el suelo, e impiden que éste se caliente e irradie calor al aire, como ocurre cuando los suelos están descubiertos. La reducción de la temperatura del aire reduce la velocidad con que asciende y esto, junto a la evaporación, contribuye a la ocurrencia de precipitaciones. Por otro lado, los árboles y la vegetación también evitan que las temperaturas bajen excesivamente.

Debajo de los árboles y en sus inmediaciones, la temperatura es menor y la humedad, la materia orgánica y la cantidad de nutrientes es mayor. Por otro lado los árboles reducen la velocidad de los vientos, con lo cual se reduce la evapotranspiración que se produce por sequedad, cuando los vientos arrastran la humedad que se produce en los campos. Una barrera de árboles puede proteger a un campo de cultivo del viento en una distancia de 10 veces su altura.

La vegetación y especialmente los árboles juegan un importante papel en la economía del agua. Sus raíces y la estructura de macroporos del suelo, que permite un alto contenido de materia orgánica y una abundante vida, favorecen la infiltración del agua en el suelo, aumentando su reserva y evitando que corra por la superficie, evitando la erosión a su paso. Esta escorrentía de agua puede crear inundaciones en las partes bajas por las grandes avenidas de agua que se producen en las zonas muy deforestadas. Esto junto a la capacidad de crear condiciones para que se produzcan las lluvias, favorece la regulación climática y evita los procesos de desertización, fenómeno muy generalizado en nuestro territorio.

Imagen 9. Contribución de los árboles a la estabilidad ambiental.



Fuente. elaboración propia, 2006.

6. A modo de resumen.

Desde el punto de vista práctico, existe un grupo de elementos vitales para que se produzcan los efectos ecosistémicos beneficiosos, que ayudarían a la preservación de la naturaleza y a detener los efectos negativos que sobre ella está desarrollando la agricultura intensivista. Es una agricultura que destruye la biodiversidad y el suelo, que con el uso de sustancias tóxicas y contaminantes no afecta sólo a la vida natural y la destrucción de los recursos (del cual depende la humanidad para su alimentación y otras necesidades), sino que también amenaza la propia salud y existencia del hombre.

La recuperación de la funciones ecosistémicas está ligada a la reconstrucción del paisaje de zonas deterioradas. En la Tabla 3, enumeramos los elementos esenciales en el restablecimiento de la biodiversidad funcional y las funciones principales que pueden desempeñar. Las bases para la recuperación del paisaje son las siguientes:

- Reforestar las partes altas de las colinas y las pendientes pronunciadas con especies autóctonas o mezcla de especies autóctonas e introducidas, siempre que estas últimas no tengan efectos negativos sobre el sistema.
- Reforestar todos los cursos de los ríos, permitiendo que además de árboles se establezcan otras plantas autóctonas y pastizales que cubran el suelo.
- Proteger las zonas de escorrentía con árboles, matorrales y vegetación espontánea.
- Establecer barreras vivas en zonas de pendientes dedicadas a la agricultura, forma de detener la erosión y producir bancales naturales.
- Arborizar linderos y bordes de caminos y dejar que crezca la vegetación natural.

- Facilitar la creación de praderas polifitas.
- Crear de forma temporal algunos refugios o nidos para animales beneficiosos.
- Diversificar la agricultura empleando plantas de diferentes familias, incorporando variedades locales y favoreciendo el uso de diferentes variedades del mismo cultivo, tanto en tiempo como en espacio.
- Emplear cobertura vegetal en los cultivos permanentes como los frutales y emplear métodos de siembra directa o mínimo laboreo.
- Rotar los cultivos empleando como mínimo cuatro cultivos.
- Integrar la ganadería en la agricultura.
- Empleo de razas autóctonas.

Reconstruir el paisaje de las campiñas con criterios funcionales será una de las tareas que tendremos que abordar. Tendremos que tener en cuenta, además de las necesidades de producción de alimentos, los elementos de la biodiversidad necesarios para lograr las funciones ecosistémicas que garanticen la sustentabilidad de los sistemas agrarios y naturales y el desarrollo de una agricultura sin el uso de contaminantes. Los paisajes reticulados donde los cordones de árboles, arbustos y vegetación natural se conecten entre sí y conecten a los agroecosistemas con sistemas naturales que puedan existir en la región, son los más apropiados para potenciar las funciones ecosistémicas a nivel predial o regional. Además estos sistemas reticulados se convierten en reservorios de biodiversidad y avenidas por donde la biodiversidad transita, eliminando el posible aislamiento de sistemas naturales.

Tabla 3. Elementos, componentes y funciones principales de diferentes elementos y estructuras de la biodiversidad.

ELEMENTO	COMPONENTES	FUNCIONES PRINCIPALES
Árboles	Bosque natural	Estabilidad ambiental y biótica, biodiversidad
	Plantaciones forestales	Estabilidad ambiental, protección fauna
	Arbolados de elevaciones y laderas	Protección suelo y fauna, economía del agua
	Cortinas rompevientos	Protección suelo y fauna, corredores de biodiversidad
	Barreras vivas	Biodiversidad, estabilidad ambiental
	Linderos	
	Riberas	
Vegetación natural	Flora melífera	Alimento para insectos benéficos
	Matorrales	Refugio y alimentos fauna natural
	Otras	Alimento para insectos y otros, extracción de nutrientes
Vida silvestre	Microorganismos y animales del suelo	Formadores de suelo, fertilidad, reciclado de nutrientes, regulación biológica
	Animales silvestres	Controladores biológicos
Agricultura	Diversidad	Resistencia, adaptación, estabilidad
	Rotación de cultivos	Control de plagas, fertilidad
	Policultivos	Control de plagas, uso de recursos, estabilidad

	Cubierta vegetal	Protección suelo, fertilidad, economía del agua, regulación biótica
Ganadería	Razas autóctonas	Adaptación, resistencia, calidad
	Integración agricultura	Uso de recursos, control biológico, fertilidad

7. Bibliografía.

Altieri, M. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable.

Gliessman, S.R. 1997. Agroecology. Ecological processes in Sustainable agriculture. Ann Arbor Press. USA.

Gasto, J. Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

FAO, 1996. Estado sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. CGRFA-EX2/96/2 Roma.

Unidad 4. TÉCNICAS DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA: BIODIVERSIDAD Y NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS.

La agricultura ecológica emplea un grupo de técnicas para lograr sus objetivos de producir alimentos de alta calidad, libres de contaminantes a la vez que se preserva el medio natural. Estas técnicas están encaminadas a controlar factores del cual depende el crecimiento de los cultivos y la productividad agrícola como son: la cosecha y conservación del agua, la nutrición de las plantas, el control de plagas y enfermedades y el manejo de las plantas adventicias que pueden en ciertos momentos limitar el crecimiento de los cultivos. Otro factor de importancia es el empleo de variedades de cultivos adaptadas a las condiciones locales.

La diversificación espacial y temporal, conjuntamente con la protección de los suelos y el aporte de materia orgánica a estos, son las estrategias básicas que sustentan las técnicas ecológicas.

1. Biodiversidad.

La agricultura convencional o industrializada entiende que todos los organismos vivos que rodean al cultivo principal son competidores del mismo y que, por tanto, éste es el único que debe existir en la unidad de producción. Como se ha visto en el tema referido a bases ecológicas de la agricultura ecológica, la estabilidad es la base de la sostenibilidad del sistema y dado que para ello se ha *complejizar* –base para que se den las interacciones ecológicas y su aproximación al funcionamiento natural- se debe recurrir a distintos métodos mediante la DIVERSIFICACIÓN. Esta diversificación se consigue de las siguientes maneras:

- Aumentando la diversidad intraespecífica del cultivo a través del uso de diferentes variedades de la misma especie cultivada.
- Asociando distintos cultivos en el mismo espacio (asociaciones de cultivo).
- Sucediendo distintos cultivos en el tiempo para una parcela (rotaciones). La adecuada combinación de asociaciones-rotaciones es lo más adecuado para el cultivo, que en muchos casos puede tener un aumento considerable de su rendimiento (Domínguez Gento, A., Roselló Oltra, J., Aguado Sáez, J., 2002).
- Asociando al cultivo especies silvestres como setos o cercas vivas y cubiertas vegetales naturales, tanto en los márgenes como entre el cultivo.
- Mediante una variante de las cubiertas vegetales: abonos verdes o cultivos de cobertura.
- Introduciendo actividad ganadera en la explotación.
- Barbechos o descansos: Una variación del método de rotación es intercalar un período en donde la tierra es dejada sin cultivar, en barbecho. Esto permite al suelo que descanse y que, por tanto, recupere la fertilidad.
- Altos ingresos de materia orgánica: importante para fomentar la diversificación microbiológica y reestructurar el suelo.
- Eliminar el uso de agroquímicos convencionales y reducir el uso de otros

fitosanitario permitidos en agricultura ecológica: los plaguicidas convencionales suelen dañar a los enemigos naturales de las plagas y no son capaces de acabar con los fitófagos, desarrollando estos un cierta resistencia a los mismos.

La biodiversidad tiene distintos efectos beneficiosos en el agroecosistema tales como interacciones alelopáticas que pueden favorecer o inhibir la proliferación de otras plantas cercanas, beneficios sanitarios, modificaciones positivas de los factores ambientales, aumento de la productividad, etc.

Tabla 4. Ventajas de la Biodiversidad en el agroecosistema.

RELACIONES ALELOPÁTICAS BENEFICIOSAS.	BENEFICIOS SANITARIOS
Las plantas liberan sustancias químicas al medio cuyas propiedades favorecen o inhiben el desarrollo de otras en sus proximidades.	Cuanto más favorezcamos la diversidad vegetal mayor será la diversidad de la fauna auxiliar en los cultivos y más controlados se encontrarán los fitófagos. De la misma manera cuanto más diversidad microbiológica menos riesgo de enfermedades. Estos aspectos son complementarios ya que muchas veces son las mismas plagas los vectores de enfermedades.
MODIFICACIÓN BENEFICIOSA DE FACTORES AMBIENTALES	PRODUCCIONES ALTERNATIVAS Y AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD
Por ejemplo, las cubiertas vegetales mejoran la estructura del suelo y por tanto la capacidad de retención de la humedad. Los setos también mejoran el régimen hídrico y térmico del sistema, etc.	Por ejemplo, cuando se incluye la actividad ganadera en la explotación tiende a cerrarse un ciclo (reciclaje de subproductos vegetales y producción de estiércol útil para el cultivo). La mejora de las condiciones ambientales incide en el aumento de la productividad.
MEJORA SUELO Y SU ACTIVIDAD MICROBIANA	SENCILLEZ MANEJO ADVENTICIAS
Las aportaciones de materia orgánica como compost maduro ayudan a mejorar la actividad microbiana del suelo y mejorar las propiedades del suelo (textura, estructura, CIC, etc.).	Al aumentar la competencia las plantas adventicias aún se controlan mejor.
DISMINUCIÓN DEL RIESGO DE EROSIÓN	MEJORA PAISAJÍSITICA
Al mejorar las propiedades físicas del suelo y su estabilidad mediante las raíces de las plantas de la cubierta, los setos, etc. se dificulta el arrastre del mismo por fuertes lluvias o vientos.	Al incrementarse el número de especies, los colores, las formas, los estratos, etc., en definitiva la composición visual del espacio se da una mejora del paisaje.
MENOR RIESGO ECONÓMICO	Al diversificar la oferta comercial

1.1 Asociaciones.

Las asociaciones consisten en hacer coincidir en el mismo espacio (en la misma parcela) y al mismo tiempo varios cultivos, observado ciertos criterios para su aplicación. Es pues, la asociación un policultivo, que al igual que las rotaciones, como veremos en el siguiente punto, establecen relaciones alelopáticas en el sistema.

Las asociaciones de cultivos tienen las siguientes ventajas (Domínguez Gento, A., Roselló Oltra, J., Aguado Sáez, J., 2002):

- Producciones mayores por unidad de superficie cultivada. Se mide por la **Relación Equivalente de Suelo, (RES)**, que calcula la superficie de monocultivo de cada especie de las asociadas que se necesita para obtener la misma producción de una hectárea de asociado. Una buena asociación da valores mayores de la unidad, una mala valores inferiores, con lo cual es preferible separar estos cultivos.

  Algunas referencias sudamericanas nos dan:

  - Mijo/cacahuete.......................1,26
  - Maíz/judía..............................1,38

- Mijo/sorgo...............................1,53
- Maíz/boniato............................2.30
- Maíz/judía/mandioca................3,21

- Seguridad económica: en agriculturas de subsistencia proporciona autosuficiencia, reduce el peligro de pérdidas por oscilaciones de precios o por daños en una de ellas, ya que la otra compensa su producción.
- Uso más efectivo de los recursos, una densidad mayor de plantas intercepta más luz, ayudado por una arquitectura diferente al monocultivo; se aprovecha mejor el agua, hay más sombra, menos evaporación directa y más transpiración a través de las plantas; el agua penetra mejor en el suelo, disminuye la erosión; se aprovechan mejor los nutrientes cuando las necesidades son complementarias y los sistemas radiculares exploran horizontes del suelo distintos; si en la asociación hay una leguminosa, fija el nitrógeno y beneficia al resto.
- Ventajas sanitarias y mayor protección contra plagas: junto al efecto positivo de una diversidad biológica mayor que reduce en general las plagas de insectos, se da un mayor control de las hierbas adventicias. Además la combinación en un policultivo de especies susceptibles y resistentes a una determinada enfermedad aérea reducen la capacidad de dispersión de los organismos responsables de la enfermedad. Ello es debido al incremento de la distancia entre una planta huésped y otra, a que los cultivos resistentes actúan de barrera frenando el movimiento de dichos organismos, etc.

Los **inconvenientes** son los siguientes:

- Exige un planificación adecuada.
- Suelen demandar abundante mano de obra.
- Limita o impide la mecanización de las tareas.

Ejemplos de asociaciones comunes en horticultura:

- Frutales en sus primeras fases + hortícolas.
- Cereal + leguminosa.
- Tomate + cebolla.
- Pimiento + cebolla, ajo o pepino.
- Maíz + judía.
- Maíz + judía + calabaza.
- Col + lechuga.
- Cebolla + lechuga.
- Frutales + trébol.

Tabla 5. Asociaciones favorables/ desfavorables de algunos cultivos hortícolas y frutales.

CULTIVO PPAL	FAVORABLE	DESFAVORABLES	OBSERVACIONES
ACHICORIA	FRESA		
AJO	FRESA, LECHUGA, REMOLACHA, TOMATE, ROSAL, FRUTALES	GUISANTES, JUDÍAS	ASOCIADO A AROMÁTICAS LES AUMENTA LA PRODUCCIÓN DE ESENCIAS
ALCAHOFA	LECHUGA		
APIO	COLES, JUDÍAS, PEPINO, PUERRO, TOMATE	UNBELÍFERAS	UNA LÍNEA DE JUDÍAS POR 6 DE APIO. DOS HILERAS DE APIO CON 2 DE PUERROS.
BERENJENA	JUDÍAS, CALÉNDULA		LAS JUDÍAS SEMBRADAS ALREDEDOR DE LA BERENJENA LE PROTEGEN DEL ESCARABAJO
CALABAZA	COL, JUDÍA, MAÍZ, BORRAJA, CAPUCHINA	PATATA	EL MAÍZ SE PLANTA A LOS MÁRGENES
CEBOLLA	COL, FRESA, LECHUGA, PEPINO, REMOLACHA, TOMATE, ZANAHORIA, MANZANILLA	GUISANTE, JUDÍA	CADA 4 METROS DE CEBOLLA PLANTAR UNAS MATAS DE MANZANILLAS. LA ZANAHORIA ALEJA A LA MOSCA DE LA CEBOLLA
COL	APIO, CEBOLLAS, LECHUGA, PATATAS, PEPINO, TOMATE, REMOLACHA, HISOPO, CÁÑAMO, MENTA, MANZANILLA, ROMERO, SALVIA, TOMILLO	FRESA, JUDÍA (ENRRAME)	APIO, TOMATE, CÁÑAMO Y AROMÁTICAS ALEJAN A LA MARIPOSA DE LA COL. LA MENTA AUMENTA LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD, LA SALVIA LAS HACE MÁS TIERNAS.
COLINABO	CEBOLLA, GUISANTE, RÁBANO, REMOLACHA	JUDÍA DE ENRRAME	
ESPÁRRAGO	GUISANTE, MANZANO, PERAL, PUERRO, TOMATE, PEREJIL	JUDÍA	
ESPINACA	FRESA, JUDÍA, LECHUGA		
FRESA	ACHICORIA, AJO, ESPINACA, LECHUGA, TRÉBOL, HOJAS DE PINO, BORRAJA, MENTA	COL	EL AJO PROTEGE DE LAS ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS Y DE LOS ÁCAROS. LAS CUBIERTAS CON HOJAS DE PINO MEJORAN EL SABOR.
GUISANTE	MAÍZ, NABO, PATATA, PEPINO, RÁBANO, ZANAHORIA	AJO, CEBOLLA, PUERRO, GLADIOLO, PEREJIL	
HABA	AVENA, ESPINACA, MAÍZ, LECHUGA, PATATA, ROMERO		LAS ESPINACAS PROTEGEN DEL PULGÓN NEGRO
JUDÍA DE MATA BAJA	APIO, CALABAZA, COLIFLOR, COL, ESPINACA, FRESA, RÁBANO, PATATA, PEPINO, PUERRO,	AJO, CEBOLLA, GLADIOLO, HINOJO	

	REMOLACHA, ZANAHORIA		
JUDÍA DE MATA ALTA	APIO, CALABAZA, COLIFLOR, BERENJENA, ESPARRAGO, FRESA, MAÍZ, PATATA, PEPINO, , ZANAHORIA	AJO, CEBOLLA, TOMATE	
LECHUGA	AJO, ALCACHOFA, CALABAZA, CEBOLLA, COL, COLIFLOR, ESPINACAS, FRESA, PEPINO, PUERRO, RÁBANO, ZANAHORIA	GIRASOL	
MAÍZ	CALABAZA, GUISANTE, HABA, JUDÍA, MELÓN, PATATA, VEZA, PEINO, SANDÍA	GIRASOL	
NABO	COL, GUISANTE, LECHUGA, PEPINO	RÁBANO, CEBADA	
PATATA	BERENJENA, COL, GUISANTE, HABA, JUDÍA, MAÍZ, RÁBANO, ZANAHORIA, CÁÑAMO, LINO, CALÉNDULA, PEREJIL	CALABAZA, GIRASOL, FRESA, PEPINO, TOMATE, FRAMBUESO, CEREZO, MANZANO	ALTERNAR CON HILERAS DE JUDÍAS DE MATA BAJA O GUISANTES
PEPINO	APIO, CEBOLLA, COL, NABO, GIRASOL, GUISANTE, JUDÍA, LECHUGA, MAÍZ, RÁBANO, VEZA, BORRAJA	PATATA, TOMATE	
PEREJIL	PATATA, ROSAL, TOMATE	OTRAS UMBELÍFERAS	
PIMIENTO	ALBAHACA		
PUERRO	APIO, CEBOLLA, JUDÍA, LECHUGA, REMOLACHA, TOMATE, ZANAHORIA	GUISANTE, RÁBANO	EL APIO Y LA CEBOLLA LE PROTEGEN DE LA MOSCA DEL PUERRO. DOS HILERAS DE APIO Y DOS DE PUERRO
RÁBANO	BERRO, GUISANTE, LECHUGA, PEPINO, ZANAHORIA, TOMATE	JUDÍA, NABO	CON LA LECHUGA LOS RÁBANOS SON MÁS TIERNOS
REMOLACHA	AJO, CEBOLLA, , COL, NABO, JUDIA ENANA, LECHUGA, PUERRO	JUDÍA DE ENRRAME, LENTEJAS, GARBANZOS	LAS JUDÍAS ENANAS PROTEGEN A LA REMOLACHA DE LA BABOSA
TOMATE	AJO, ALFAFA, APIO, CEBOLLA, COL, ESPÁRRAGO, PUERRO, ZANAHORIA, ALBAHACA, ORTIGA, PEREJIL	COL. COLIFLOR, JUDÍA DE ENRRAME, PATATA, PEPINO, HINOJO	
ZANAHORIA	CEBOLLA, GUISANTE, JUDÍA, LECHUGA, PATATA, PUERRO, RÁBANO, TOMATE, VEZA, ROMERO, SALVIA	OTRAS UMBELÍFERAS	CEBOLLA Y PUERRO REPELEN LA MOSCA DE LA ZANAHORIA

Fuente: Domínguez Gento, 2002.

1.1.1 Mecanismos de defensa de los policultivos frente a las plagas.

Los menores daños de las plagas en los policultivos pueden deberse a que éstos sean menos atractivos para ellas por (Alonso, A., Guzman, G., 2000):

1. La plaga no encuentra al cultivo del cual suele alimentarse. Ello es debido a que el cultivo acompañante altera las condiciones físicas (microambiente, patrón de reflectancia de la luz, etc.) o químicas, (difusión de la atracción, enmascaramiento de olores, repelencia, etc.) que normalmente indican a la plaga que el cultivo está presente lo que disminuye la probabilidad de encontrarlo. Veamos algunos ejemplos.

   La búsqueda de la planta hospedera por el insecto involucra a menudo mecanismos olfativos. Las plantas atractivas para la plaga asociadas con plantas que no lo son pueden ser un componente importante en la defensa contra las plagas, debido al efecto de enmascaramiento de los olores del cultivo por las plantas acompañantes. Por ejemplo:

   - Zanahoria- cebolla.
   - Zanahoria- alfalfa.
   - Cultivo intercalado de tomate y col-repollo que da lugar a menor presencia y puesta de huevos de la polilla *Plutella xylostella* en el repollo, porque es repelida por los olores que desprende el tomate.
   - Este mecanismo parece que también actúa en el caso de los nemátodos fitopatógenos cuando algunas especies acompañantes, como el clavelón o el sésamo, están presentes.
   - Las hierbas aromáticas (romero, salvia, etc.) han sido indicadas para la repelencia de insectos plaga en huertos, donde se suelen implantar en los bordes de las parcelas.

   Otras plagas detectan al cultivo mediante mecanismos visuales que también se ven afectados por la presencia de un segundo cultivo. Es el caso de los áfidos (pulgones), que son despistados por la menor intensidad de la luz reflejada por el cultivo creciendo con la cubierta vegetal, en comparación con el monocultivo.

2. En otros casos, la plaga coloniza menos el policultivo y, además, la tasa de emigración de la plaga hacia otros sitios es mucho mayor que cuando ésta encuentra una parcela de monocultivo. Esto parece deberse a que la plaga tiene que invertir mayor cantidad de energía para desplazarse y alimentarse sobre el policultivo por lo que no le resulta tan "rentable" como el monocultivo.

   Este mecanismo ocurre por ejemplo cuando la pulguilla de las crucíferas (*Phyllotreta cruciferae*) llega a un policultivo de brocoli con cobertura de veza. La pulguilla encuentra graves dificultades, cuando cae sobre una planta de veza, para alcanzar la parte superior de ésta, y poder saltar o volar hacia otra planta de brócoli. Ello es debido a la gran biomasa que produce la veza y a su compleja arquitectura de ramas enredadas. Por esta razón, abandonan la parcela de policultivo con rapidez.

3. La menor atracción o menor desarrollo de la plaga en el policultivo se debe, a veces, a la distinta "calidad" de la planta huésped, que es por ello menos estimada por la plaga. Esto puede ocurrir porque en el policultivo hay una competencia por los nutrientes entre los cultivos implicados, lo que disminuye la extracción realizada por cada uno de ellos.

   Ejemplo de ello son los áfidos o pulgones. La fecundidad de éstos es habitualmente

proporcional al contenido de nitrógeno soluble en el floema (savia) de la planta, incrementándose su población cuanto mayor ha sido el consumo de nitrógeno por la misma. El policultivo puede reducir la absorción de nitrógeno por los cultivos participantes, evitando el consumo de lujo y limitando el desarrollo de la población de áfidos. Esta es la razón del menor nivel de áfidos en el cultivo de haba cuando se siembra con cubierta de cebada o avena.

4. En otras ocasiones la menor presencia de plaga sobre las plantas del cultivo principal se deben a que ésta ha preferido situarse sobre el cultivo acompañante, que hace así de cultivo trampa.

   Algunos ejemplos contrastados de estos cultivos trampa son los siguientes:

   a) El maíz cuando es plantado en franjas en campos de algodón, atrae al gorgojo del algodón, alejándolo de este cultivo.

   b) En el policultivo judía/tomate la judía actúa de cultivo trampa frente a los ataques de rosquilla (*Spodoptera sunia)* al tomate, que apenas se ve atacado.

   c) El cultivo de brócoli mezclado con otra crucífera hospedera, la mostaza silvestre (*Brassica kaber)* sufrió menos ataques del insecto plaga *Phyllotreta cruciferae* (pulguillas). Esto se debe a que estos insectos se concentraron más sobre la mostaza silvestre que sobre el bróculi en la mezcla. Esta preferencia tiene una base química, ya que la mostaza silvestre produce en mayor cantidad una sustancia química que atrae fuertemente a la pulguilla.

5. Hipótesis de los enemigos naturales.

   Al pasar de un monocultivo a un policultivo, aumenta la presencia de depredadores de las plagas y su efectividad. Ello se debe, entre otras razones, a que:

   a) En los policultivos encuentran otros insectos de los que se pueden alimentar cuando la plaga no está presente. De esta manera sobreviven, y cuando aparece el insecto plaga pueden controlarlo.

   b) Encuentran otras fuentes de alimentación (polen y néctar) que al igual que antes les permite sobrevivir.

   c) Encuentran más fácilmente refugios para pasar el invierno, para reproducirse, etc.

La Tabla 6 resume algunos ejemplos de policultivos que contribuyen al control de plagas, así como el mecanismo por el cual ello ocurre.

Tabla 6. Policultivos exitosos en el control de plagas.

Cultivos presentes en el policultivo	Plagas controladas	Mecanismo de control
Manzano/Cobertura de malezas entre calles	Afidos	Incremento de enemigos naturales: crisopas, cocinélidos, sírfidos, antocóridos y arañas
Zanahoria/Cobertura con alfalfa (*Medicago littoralis*) Zanahoria/Cebolla	Mosca de la zanahoria (*Psila rosae* (F.))	Alteración de la conducta de la mosca que tiene dificultades en encontrar al cultivo y oviponer
Col/Cobertura de trébol	Mosca de la col (*Delia radicum* (L.))	Alteración de la conducta de la mosca. Aumento de depredadores: carábidos, estafilínidos, etc. y parasitoides específicos
Col/Cobertura de trébol	Oruga nocturna de la col (*Mamestra brassicae)*	Menor atracción de la plaga hacia la parcela
Coles de bruselas con cobertura de ryegrass *(Lolium perenne* L.) ó con cobertura de tréboles	Afido de la col (Brevicoryne brassicae L.)	Alteración de la conducta del áfido que coloniza menos el policultivo. Aumento de enemigos naturales del áfido, principalmente de sírfidos
Tomate/Col	Polilla de la col (*Plutella xylostella*)	El tomate provee una sustancia química que repele o perturba a esta plaga
Maíz/Cobertura de mezcla de leguminosas-gramíneas	Orugas de lepidópteros como los "gusanos grises" (*Agrotis ipsilon,* etc.)	Mayor cantidad y actividad de depredadores de la plaga, sobretodo carábidos y arañas
Brócoli/Cobertura con veza o habas	Pulguillas (*Phyllotreta cruciferae)*	Alteración de la conducta de la plaga que coloniza menos el policultivo, y cuando lo hace lo abandona porque encuentra un ambiente hostil
Maíz-Judía-Calabaza	Trips	Aumento *Orius* sp. depredador de trips
Haba/Cobertura de avena o cebada	Pulgón (*Aphis fabae)*	Bajo contenido de nitrógeno en haba; lo que disminuye la atracción y desarrollo del pulgón
Cítricos/Cobertura de gramíneas	Trips	Incremento de depredadores
Tomate/Cobertura de clavelón (*Tagetes erecta*)	Control de nemátodos	Acción repelente y nematicida
Varios/Cobertura de *Sesamum orientale*	Control de nemátodos (*Meloidogyne incognita*)	Acción repelente. Aleja a la plaga.

Fuente: Alonso, A., Guzman, G., 2000.

1.1.2 Mecanismos de defensa de los policultivos frente a las enfermedades.

En general, la combinación en un policultivo de especies susceptibles y resistentes a una determinada enfermedad aérea reducen la capacidad de dispersión de los organismos responsables de la enfermedad. Ello es debido al incremento de la distancia entre una planta huésped y otra, a que los cultivos resistentes actúan de barrera frenando el movimiento de dichos organismos, etc.

Vamos a comentar con un poco de profundidad la influencia de los policultivos en el desarrollo de enfermedades transmitidas por insectos vectores. Es un hecho que la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores (áfidos, mosca blanca, etc.) tiende a ser menor en sistemas diversificados. La Tabla 7 recoge algunos ejemplos sobre ello. Los mecanismos por los que esto ocurre son, entre otros, los siguientes:

1. **Hay menor colonización del vector transmisor de la enfermedad.**

   El policultivo reduce la atracción hacia las parcelas de los insectos vectores (áfidos, cicadélidos, mosca blanca, etc.) o aumentar las tasas de emigración hacia otras parcelas.

2. **El policultivo está formado por plantas hospederas y no hospederas del patógeno**

   Este mecanismo ocurre sobretodo en el caso de los virus transmitidos por áfidos. En un monocultivo, cuando aterrizan en la parcela los áfidos que transportan el virus, van infectando a las plantas conforme se van alimentando sobre ellas. De esta forma, cada planta infectada se convierte en fuente de virus incluso para aquellos áfidos que habían llegado “limpios” a la parcela, que comienzan a transmitirlos a otras plantas sanas conforme se alimentan de ellas.

   En un policultivo, cuando éste está formado por un cultivo hospedero del virus y otro no hospedero, la dispersión del virus por la parcela es mucho más lenta. Esto es debido a que los áfidos adquieren el virus si se alimentan de alguna planta infectada del cultivo hospedero y lo pierden cuando se alimentan del otro cultivo, en el cual no es capaz de prosperar el virus. Es decir, sólo se produce transmisión de la enfermedad de una planta a otra, si las dos son hospederas del virus, y la primera en proporcionar alimento al áfido estuviera infectada.

   Si el áfido es preferencialmente atraído por el cultivo no hospedero del virus, esta segunda especie puede actuar como cultivo trampa tanto del vector como del patógeno. Tobe define como “técnica de protección de cultivo” la inclusión de plantas “no-cultivo” que proveen de alimentación para insectos infecciosos, pero que no son susceptibles al patógeno o deseables para la reproducción del insecto. Este método de policultivo o cultivos barreras ha llevado a una menor incidencia de patógenos en muchos cultivos.

3. **El movimiento del insecto vector se ve limitado por la presencia del segundo cultivo.**

   Esto ocurrió, por ejemplo, en el caso del cicadélido transmisor de la spiroplasmosis del maíz, en el policultivo maíz-judía. En este caso, la presencia de judía limitó el movimiento entre surcos con respecto al monocultivo, dando lugar a una menor difusión de la enfermedad.

Tabla 7. Algunos ejemplos de enfermedades transmitidas por vectores cuya incidencia es menor en policultivos.

Patógeno	Vector (insecto que transmite el patógeno)
Virus del mosaico de la alfalfa	Áfidos
Virus del mosaico común de la judía	Áfidos
Virus del amarilleo de la remolacha	Áfidos
Virus del mosaico amarillo de la judía	Áfidos
Virus del mosaico de la coliflor	Afidos
Virus del moteado clorótico	Áfidos
Spiroplama del atrofiamiento del maíz	Cicadélido
Virus del mosaico del pepino	Áfidos
Virus del mosaico veteado filiforme del pimiento	Áfidos
Virus del rizado amarillo del tomate	Mosca blanca
Virus del mosaico del nabo	Áfidos

Fuente: Alonso, A., Guzman, G., 2000.

Por último, otros mecanismos pueden dar lugar al menor desarrollo de algunas enfermedades en policultivos. Así, por ejemplo, la enfermedad bacteriana del tomate *Pseudomonas syringae* p.v. *tomato* es diseminada por el viento, la lluvia, el riego, etc. y es favorecida por la presencia de pequeñas lesiones en la epidermis de las plantas. Estas lesiones son menos habituales cuando el segundo cultivo está presente y ejerce función de cortavientos, por lo que la importancia de la enfermedad disminuye.

No obstante, hay que tener cuidado con la densidad de siembra a la que se establece el policultivo, pues altas densidades pueden ocasionar un microclima muy húmedo, excesivo sombreo, etc. que beneficien el desarrollo de algunas patologías, sobretodo las provocadas por hongos.

1.2 Rotaciones.

El paso de la rotación de cultivos al monocultivo es una de las principales causas de la erosión del suelo (Domínguez Gento, A., Roselló Oltra, J., Aguado Sáez, J., 2002). Una rotación de maíz-trigo-pasto presenta una tasa de erosión de 6,7 Tn/ha/año frente a las 50 Tn/ha/año de un cultivo continuado de maíz. Debido a estas tasas de erosión es evidente la pérdida de fertilidad del suelo lo que aumenta la dependencia de insumos para cubrir este descenso de fertilidad. Normalmente estos insumos no se corresponden con aportaciones de materia orgánica compostada sino con fertilizantes químicos que pueden llegar a desestructurar también el suelo además de otros efectos colaterales.

La rotación de cultivos es el establecimiento reiterado de una sucesión ordenada de especies cultivadas en la misma parcela. Es lo contrario que el monocultivo o crecimiento del mismo único cultivo en la misma parcela a través del tiempo**.**

Si la rotación es la sucesión ordenada de cultivos que se repiten en un cierto número de años, el cultivo simultáneo de las especies que intervienen en la rotación es la alternativa. En este caso, la finca se divide en diferentes parcelas, cada una dedicada a un cultivo diferente cada año, hasta completar la rotación. Estas parcelas reciben el nombre de hojas de la alternativa o amelgas

La rotación o la alternativa de cultivos es el primer paso para restaurar la biodiversidad en un agroecosistema que inicia el camino desde la agricultura industrializada o convencional, con un gran uso de insumos externos a la propia finca, hacia la agricultura ecológica. Se trata en este caso de establecer biodiversidad en el tiempo (rotación), y en el espacio (alternativa).

El desarrollo de la práctica de efectuar rotaciones se debió a que los cultivos criados de esta forma rendían más que si la misma especie se cultivaba continuamente durante un cierto período de tiempo en la misma parcela (monocultivo). El incremento en el rendimiento compensaba la reducción en la frecuencia de ocurrencia o en la superficie de un cultivo y el resultado es un incremento de la eficiencia de los cultivos. Es el llamado *EFECTO ROTACIÓN*. Este efecto se basa en una serie de razones agronómicas, entre las que se encuentra el control que realiza la rotación sobre plagas y enfermedades.

El monocultivo favorece la multiplicación de parásitos y enfermedades específicas, ya que cada cultivo favorece la presencia de determinados organismos (hongos, bacterias, etc.) en el suelo. Cuando un cultivo se repite mucho (monocultivo), se incrementan las poblaciones de estos organismos, y algunos llegan a convertirse en dañinos para el cultivo. Por ello, la rotación de cultivos es eficaz para el control de la proliferación de plagas y enfermedades que cumplen los siguientes requisitos (Alonso, A., Guzman, G., 2000):

A. Proceden de una fuente de la misma finca o de las cercanías. Esto incluye por ejemplo nemátodos, hongos, insectos plaga, etc. que habitan en el suelo. La rotación, en cambio, no es eficaz para plagas altamente móviles, que pueden invadir desde zonas más lejanas.

B. Son plagas y patógenos que tienen un rango estrecho de huéspedes, por lo que la ausencia durante varios años de éstos, da lugar a la muerte o pérdida de viabilidad del inóculo de la enfermedad o de la plaga para producir la infección. No obstante, incluso cuando se trata de plagas polífagas o patógenos con un amplio rango de huéspedes la inclusión en la rotación de cultivos menos deseables puede ejercer un cierto control del problema. Así, plagas polífagas como el "gusano de alambre" se ven influenciadas por el cultivo precedente. La batata o la patata dan lugar a un incremento de la población de este insecto en el suelo, mientras que otros cultivos, como el nabo, el tabaco, el tomate, o la realización de barbecho blanco, la disminuyeron.

C. Son incapaces de sobrevivir largo tiempo sin un huésped vivo. Ejemplos de ello son el mal del pie de los cereales producido por el hongo *Ophiobolus graminis* Sacc, que es el principal obstáculo para la repetición del cultivo del trigo. Enfermedades de la patata como son la viruela y la sarna ordinaria, producida por los hongos *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Actinomyces scabies* Güss, hacen aconsejable establecer una rotación en la que no se repita el cultivo hasta pasados cuatro o cinco años, ya que la enfermedad queda latente en el suelo, y al repetir el cultivo de patata aumenta su virulencia. Nematodos fitopatógenos, como *Meloidogine* sp. o *Heterodera* sp., también reducen significativamente su población en el suelo, cuando se establece una rotación de dos o más años, en la que intervienen cultivos no huéspedes.

1.2.1 Principios de las rotaciones.

El principio más importante de las rotaciones es que los cultivos que se suceden en la rotación han de tener características diferentes y, por tanto, requerimientos diferentes. Por ejemplo, un cultivo principal normalmente consumirá mucho nitrógeno y humus, por tanto, en la rotación le sucederá un cultivo que acumule más humus, más nitrógeno, que mejore las condiciones estructurales del suelo, etc.

Esto puede diseñarse teniendo en cuenta la familia a la que pertenece –ya que no pueden repetirse cultivos de la misma familia-, la profundidad de las raíces o incluso según la parte aprovechable de la planta. En ocasiones se produce incluso incompatibilidad entre distintas familias. Por ejemplo, no deben sucederse solanáceas y cucurbitáceas. A veces, es necesario suprimir durante algunos años ciertos cultivos que presentan graves problemas sanitarios, sobre todo durante el periodo de conversión.

Pero también hay que tener en cuenta las condiciones del suelo y es, por tanto, necesario conocer las características físicas, químicas y biológicas de nuestros suelos (antecedentes, análisis químicos, etc.). Ello va a determinar la calidad de los suelos y si es necesario prepararlos previamente con algún tratamiento. Además puede orientar o determinar los tipos de cultivos que se establecerán en la rotación y las alternativas.

Tabla 8. Cultivos que no deben repetirse según familia.

COMPUESTAS	CRUCÍFERAS	CUCURBITÁCEAS	GRAMÍNEAS	LEGUMINOSAS
ACHICORIA ALCACHOFA CARDO CÁRTAMO ESCAROLA GIRASOL LECHUGA	COL COLINABO NABO RÁBANO	CALABACÍN CALABAZA MELÓN PEINO SANDÍA	CEREALES (Trigo, Triticale, Cebada, Centeno, Avena, Maíz, Sorgo, Arroz, Alpiste, Caña de azúcar...)	ALFALFA ALTRAMUZ CACAHUETE GARBANZO GUISANTE HABA JUDÍA LENTEJA SOJA TREBOL VEZA YEROS
LILIÁCEAS	**QUENOPODIÁCEAS**	**ROSÁCEAS**	**SOLANÁCEAS**	**UMBELÍFERAS**
AJO CEBOLLA CHALOTE ESPÁRRAGO PUERRO	ACELGA ESPINACA REMOLACHA	FRESA	BERENJENA BONIATO PATATA PIMIENTO TABACO TOMATE	APIO CHIRIVÍA HINOJO PEREJIL ZANAHORIA

Fuente: Domínguez Gento, 2002.

A la hora de organizar la rotación y frente a su éxito se debe tener en cuenta que el suelo siempre ha de estar cubierto, normalmente mediante cubiertas vegetales cultivadas o naturales (flora espontánea), ya que van a evitar la pérdida de nutrientes, dinamizan los procesos biológicos del suelo, aportan materia orgánica, protegen el suelo frente a la erosión, aumentan la eficacia de los riegos al mejorar la capacidad de retención del agua, etc. La inclusión de abonos verdes en la rotación es, además, una estrategia complementaria tanto en cuanto a fertilización, como en el control de plagas y enfermedades.

Tabla 9. Distribución de cultivos que no deben repetirse por profundidad de sus raíces y parte aprovechable.

PROFUNDIDAD DE LAS RAÍCES						
SUPERFICIALES			INTERMEDIAS		PROFUNDAS	
AJO APIO BRÉCOL CEBOLLA COL	COLIFLOR ENDIVIA ESPINACA LECHUGA MAÍZ DULCE	PATATA PUERRO RÁBANO	BERENJENA GUISANTE JUDÍA MELÓN NABO	PEPINO PIMIENTO REMOLACHA ZANAHORIA HABA	ALCACHOFA BONIATO CALABAZA CHIRIVÍA ESPÁRRAGO	SANDÍA TOMATE CARDO
PARTE APROVECHABLE						
RAÍCES Y TUBÉRCULOS		FLOR, SEMILLA Y FRUTO			HOJAS	BULBOS Y TALLOS
PATATA ZANAHORIA REMOLACHA RÁBANO NABO		JUDÍA GUISANTE HABA TOMATE PIMIENTO BERENJENA	COLIFLOR FRESA CALABAZA CALABACÍN PEPINO	SANDÍA MELÓN ALCAHOFA MELÓN	LECHUGA ESCAROLA COL BERRO ACELGA ESPINACA APIO CARDO	CEBOLLA AJO PUERRO ESPARRÁGO HINOJO COLINABO

Fuente: Domínguez Gento, 2002.

Por tanto, el diseño de la rotación requiere de las siguientes orientaciones entre otras:

- Determinar las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Mantener cubiertos los suelos.
- Establecer primero, los cultivos principales y posteriormente, cultivos secundarios (ciclo corto, pocos exigentes, etc).
- Cultivar especies de familias distintas, diferente parte aprovechable, con raíces de profundidades y formas diferentes – y asociar con plantas de necesidades complementarias.
- Alternar cultivos de escardas con cultivos mejorantes del suelo.
- Una vez establecida una rotación adecuada hay que minimizar las variaciones.

Tabla 10. Algunos criterios para diseño de rotaciones.

MANTENIMIENTO DE LOS RECURSOS (AGUA, SUELO, NUTRIENTES)	USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS	CONTROL DE MALAS HIERBAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES AÉREAS
- Minimizar la duración de períodos de suelo sin cultivo (mantener siempre el suelo cubierto). - En períodos sin cultivo o con cultivo en cobertura incompleta mantener residuos en superficie. - Incluir cultivos de sistema radical profundo. - Incluir leguminosas. - Mantener/aumentar los niveles	- Alternar especies con distintos requerimientos de nutrientes. - Alternar especies con distinta profundidad radical.	- Alternar cultivos y evitar contigüidad *invierno–primavera*, *alta densidad - baja densidad*, monocotiledóneas-dicotiledóneas.

de materia orgánica		
CONTROL DE HONGOS DE SUELO	**OTROS FACTORES**	
- Incrementar el tiempo entre siembras del mismo cultivo o similar. - Incluir crucíferas (generan compuestos con efecto fungicida, insecticida y herbicida)	- Optimizar los medios de producción de la explotación. - Flexibilidad: posibilidad de ajuste a condiciones particulares del año. - Tener en cuenta factores específicos de la zona y sistema de mantenimiento del suelo	

Fuente: elaboración propia, 2006.

1.2.2 Abonos verdes en la rotación. Una estrategia complementaria en el control de enfermedades y plantas.

Los abonos verdes o siderales son plantas cultivadas que se incorporan al suelo, generalmente durante el período de floración, con el fin de realizar una mejora agronómica. Se sitúan entre calles en las plantaciones frutales o entre dos cultivos principales en la rotación, como cultivo intercalar.

La función fundamental de los abonos verdes es complementar la nutrición de los cultivos de la rotación, bien a través de la fijación de nitrógeno libre, o por su eficacia en hacer disponibles nutrientes para los cultivos que de otra manera serían inaccesibles. No obstante, un objetivo secundario de los abonos verdes puede ser el control de las plagas y enfermedades.

Los abonos verdes se emplean en agricultura ecológica de forma habitual para el control de las malas hierbas. Así, por ejemplo la mezcla de habas y centeno, sembrada en otoño como abono verde, y enterrada a finales de marzo o inicios de abril, controla el crecimiento de las malas hierbas en el cultivo siguiente. Ello es debido, por un lado, a que el rápido y abundante crecimiento del abono verde “ahoga” a las otras plantas; y, por otro, a que el centeno libera sustancias al suelo que intoxican a las malezas (compuestos alelopáticos), no permitiéndoles un adecuado crecimiento. Por otra parte, las habas acumulan nitrógeno en el suelo, tras el corte y enterrado del abono verde, que es aprovechado por el cultivo siguiente, que produce más que sin el empleo del abono verde.

También la incorporación de abonos verdes es capaz de disminuir problemas provocados por hongos del suelo y de reducir las poblaciones de nematodos e insectos de suelo. La Tabla 11 recoge algunos ejemplos. Ello es debido fundamentalmente a tres mecanismos que explicamos a continuación.

1. **Incremento de la actividad biológica en el suelo.**

   La incorporación del abono verde da lugar al incremento de la población y actividad de numerosos organismos presentes en el suelo (arañas, insectos, hongos, bacterias, protozoos, etc.). La mayor parte de estos organismos son positivos o neutrales para el cultivo, y limitan las poblaciones de los que son perjudiciales. Este control se realiza de forma indirecta, a través de la competencia por los recursos, y, de forma directa, porque son depredadores, parásitos, o producen sustancias tóxicas que dañan a los patógenos.

2. **La formación de sustancias tóxicas durante la descomposición del abono verde.**

   Los restos vegetales incorporados al suelo son transformados en otros más simples por los organismos presentes en el suelo. Fruto de esta degradación, se forman algunas sustancias orgánicas intermedias que son tóxicas para otros organismos nocivos para las plantas.

3. **El uso del abono verde como planta trampa.**

   Así, el control de nemátodos por los abonos verdes se puede realizar empleando plantas hospederas que estimulan su desarrollo, pero que se eliminan antes de que se complete el ciclo de vida del nemátodo. Un ejemplo, es el control de nemátodos de la remolacha forrajera que puede lograrse parcialmente utilizando abonos verdes de crucíferas como cultivo precedente, lo que estimula la emergencia de las larvas de los quistes, tras lo cual deben enterrarse las plantas en el suelo. Las habas tienen un efecto similar antes de la remolacha azucarera.

Tabla 11. Ejemplos del uso del abonado en verde para la protección de los cultivos.

CULTIVO BENEFICIADO	ABONO VERDE	PLAGA O ENFERMEDAD AFECTADA
Trigo	Guisante o colza	Mal del pie o pie negro *Gaeumannomyces graminis*
Algodón	Guisante o meliloto (*Melilotus officinalis*)	Pudrición de raíz (*Phymatotrichum omnivorum*)
Patata	Soja	Sarna ordinaria o roña (*Streptomyces scabies*)
Varios	Mostaza	Gusano de alambre
Melocotón	*Crotalaria spectabilis* o avena	Nematodo (*Heterodera marioni*)
	Avena, pasto Sudán	Nematodo (*Pratylenchus penetrans*)

Antes de emprender el diseño de la rotación para iniciar el período de conversión hemos, por tanto, de conocer el complejo de enfermedades y plagas asociado a cada especie. Después, deben alternarse especies de plantas que no sean sensibles o no se vean atacadas por las mismas enfermedades o plagas. En general, se recomienda que los cultivos sucesivos no pertenezcan a la misma familia, y que un cultivo no se vuelva a repetir hasta pasados al menos cuatro años, aunque evidentemente depende de la plaga o enfermedad más frecuente en la zona de cultivo.

2. La nutrición de las plantas en la agricultura ecológica.

La principal estrategia para la nutrición de las plantas en la agricultura ecológica es el mantenimiento de la fertilidad de los suelos la cual depende del aporte y el contenido de materia orgánica en los mismos.

1.1 La materia orgánica y la fertilidad del suelo.

La materia orgánica en los suelos permite el desarrollo de cadenas de organismos en el suelo que la degradan y a partir de ella, no sólo garantizan el aporte de nutrientes a las plantas, sino que se crean las condiciones físicas en el suelo para su crecimiento. Estas condiciones físicas se resumen en una mejor estructura del suelo, con lo cual se facilita la penetración en el mismo del agua, el aire y las raíces y una mayor capacidad del suelo de retener nutrientes y agua y de equilibrar las condiciones químicas y físicas del mismo.

La capacidad de intercambio catiónico de los suelos (CIC), es un buen indicador de la capacidad de los suelos de retener nutrientes para las plantas. La CIC de los suelos depende de su proporción de arcilla y del contenido de materia orgánica.

Por lo general, en Andalucía debido al exceso de laboreo y al mal manejo de los suelos el contenido de materia orgánica de los suelos esta alrededor de un 1 %. En estos suelos con tan bajo nivel de materia orgánica, el contenido de arcilla es el responsable del 91 % de las variaciones de la capacidad de intercambio catiónico.

Algunas relaciones estudiadas a partir de muestras de suelos en la provincia de Huelva (García, 2002), muestran que la capacidad de intercambio catiónico es una variable que depende básicamente del contenido de materia orgánica y arcilla.

De igual forma, existe una relación directa entre el nivel de nitrógeno total (N) en el suelo y la materia orgánica. La extrapolación del efecto de la materia orgánica sobre el N, indica que por encima de 2,1 % de materia orgánica en el suelo, el N sobrepasa el 0,2 %, nivel a partir del cual se considera alto y adecuado para la mayoría de los cultivos.

La materia orgánica no sólo aporta fertilidad a corto plazo, sino que su acumulación en el suelo en formas menos degradables (humus) produce lo que se conoce como fertilidad a largo plazo, lo que constituye la base de la sustentabilidad de la fertilidad del suelo. Por tanto el aporte de materia orgánica a los suelos es una práctica básica para la mejora los suelos degradados y el mantenimiento de la fertilidad de los mismos. Así, observamos que el humus en los suelos mejora considerablemente la fertilidad de los mismos, confiriendo una gran cantidad de propiedades beneficiosas como se aprecia en el cuadro siguiente.

BENEFICIOS DEL HUMUS EN EL SUELO

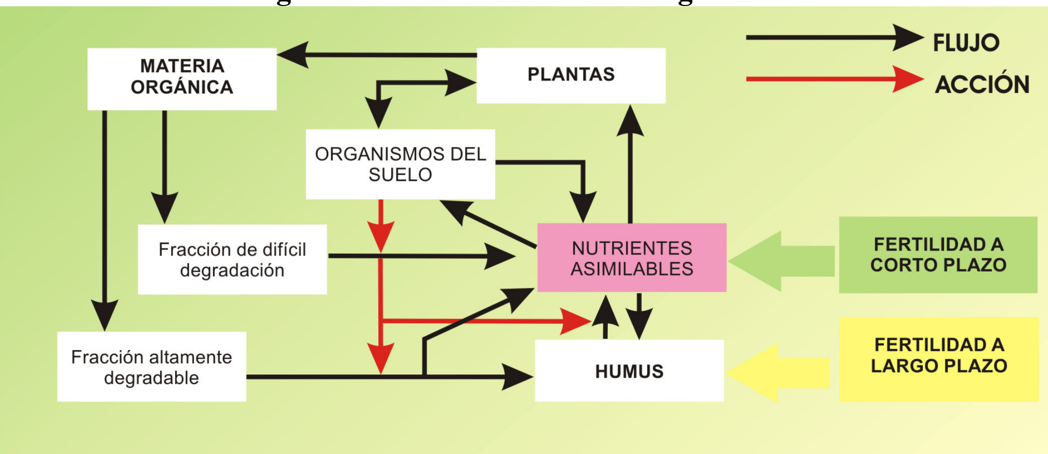
- Aumenta la capacidad de cambio catiónico del suelo.
- Aumenta el poder tampón del suelo, regulando el PH, reduciendo tanto su salinidad como su acidez.
- Proporciona sustancias como fenoles, que contribuyen a la respiración de la planta, mayor absorción de fósforo y controla los patógenos del suelo.
- Absorbe y retiene minerales del suelo, evitando su pérdida.
- Puede reaccionar con el fósforo insoluble adsorbiendo bases y liberando ácido fosfórico.
- Solubiliza minerales del suelo con lo que ayuda a aumentar la producción de las plantas y favorece el desarrollo de la vida del suelo.
- Aumenta la retención de agua del suelo.
- Adsorbe compuestos tóxicos que llegan al suelo.
- Absorbe calor, evitando cambios bruscos en la temperatura del suelo.
- Posee capacidad estimuladora del desarrollo vegetal.

(Resumen a partir de Primavesi, 1990)

1.2 Las características de la materia orgánica y la fertilidad a largo plazo

La fertilidad a largo plazo necesita del aporte sistemático de materia orgánica de lenta degradación y además, una parte de ella debe fermentarse en el suelo, pues la fermentación microbiana de la celulosa es la que produce las sustancias responsables, en gran parte, de la formación de la estructura grumosa y deseable de los suelos.

Imagen 10. Ciclo de la Materia Orgánica en el Suelo.



Fuente: elaboración propia.

De esta forma tendremos que aquellas fuentes de materia orgánica que tienen una alta tasa de degradación aportan rápidamente nutrientes a las plantas, aportando fertilidad a corto plazo; mientras que la materia orgánica de lenta degradación no es capaz de aportar

nutrientes rápidamente, a menos que se apliquen grandes cantidades de ésta, y sin embargo crean lo que se conoce como fertilidad a largo plazo, por ser formadoras de humus.

Las leguminosas y las plantas tiernas fermentan rápidamente, al igual que los abonos orgánicos con alto contenido de nitrógeno y bajo contenido en fibra, mientras que las gramíneas maduras, la paja, resto de podas leñosa y otras, fermentan más lentamente y permanecen degradándose por muchos años en el suelo. Muchos compost que se han lixiviado o producido de materiales resistentes también son aportadores de fertilidad a largo plazo.

Entender este principio es básico, sobre todo en los primeros años que se inicia en la agricultura ecológica en suelos con bajo contenido de materia orgánica. Bajo estas condiciones si aplicamos fuentes de materia orgánica de baja degradación seguramente las plantas sufrirán déficit de Nitrógeno y el rendimiento disminuirá. Una práctica aconsejable es combinar fuentes de materia orgánica con diferentes grados de degradación para, a la vez que se crean las condiciones de fertilidad en el suelo, se aporten los nutrientes necesarios a las plantas.

La tasa de liberación (igual a la tasa de degradación) es muy baja en estiércoles de corrales secos que han sufrido un proceso de degradación y donde sus elementos resistentes como la fibra se han concentrado, como es el caso de los estiércoles de corrales seco con menos de 2% de Nitrógeno, los estiércoles fermentados, mientras que en aquellos que tienen excrementos muy pobres en fibras y con alto contenido de Nitrógeno, su liberación es muy alta en el primer año como son los casos de los estiércoles de cerdo y gallina y la cama de broiler. En estos casos la tasa de degradación cae bruscamente en el segundo año, debido a que el material que queda sin degradar es muy resistente como puede ser la viruta de la cama de los broiler.

La estrategia general de la nutrición de las plantas en agricultura ecológica tiene un grupo de pilares básicos que podemos resumir en:

- Potenciar la fijación de nitrógeno al máximo con el uso de leguminosas tanto en la rotación como intercalada en los cultivos.
- Disminuir las pérdidas de nutrientes mediante el incremento de la materia orgánica del suelo y la vida en éste.
- Dejar los residuos de cosecha sobre el suelo.
- Emplear rotaciones de cultivos donde se alternen plantas fijadoras (leguminosas) o movilizadoras de nutrientes (gramíneas, crucíferas), con otras de más requerimientos.
- La cubierta vegetal y las malezas se convierten en productoras de materia orgánica, fijadoras y movilizadoras de nutrientes evitando las pérdidas del suelo.
- Una vida activa en el suelo ayuda a la nutrición de la planta, suministrando sustratos de alta fertilidad (lombrices), aumentando la capacidad de explorar el suelo por las raíces o ayudando a tomar nutrientes no disponibles para las plantas (micorrizas), solubilizando nutrientes (diferentes bacterias), produciendo fitohormonas, vitaminas e inclusive antibióticos que son tomadas por las plantas (bacterias, hongos actinomicetos).

Un ejemplo de cómo funcionan los sistemas ecológicos, en relación a los convencionales, se ofrece a continuación:

Imagen 11. Cambios en el ciclo del nitrógeno tras el período de conversión.

Fuente: elaboración propia.

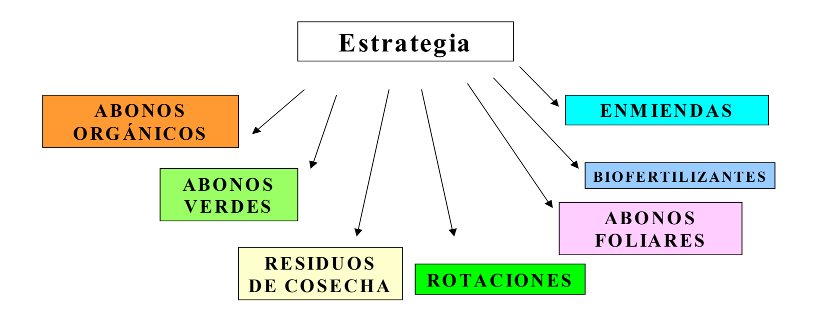
En la imagen anterior, podemos observar como en los sistemas convencionales la biomasa del suelo y su actividad se encuentra reducida debido a la falta de materia orgánica del suelo y otros efectos que los agrotóxicos pueden tener sobre la vida del suelo. Por otro lado, la ausencia de leguminosas en las rotaciones imposibilita una entrada adecuada al suelo de N atmosférico vía fijación biológica y las técnicas de eliminación de malezas y de mantener el suelo limpio hacen que la capacidad del sistema de almacenar nutrientes se reduzca, agravándose este punto por la falta de vida en el suelo; todo lo cual, aumenta las pérdidas de nutrientes del suelo (N y K) o su fijación en forma no asimilable (P).

Al potenciar la vida del suelo, la agricultura ecológica no sólo mejora sustancialmente la fertilidad de éste, la nutrición de las plantas y el equilibrio biológico en él; sino que hace que el suelo retenga más nutrientes en su biomasa, que es cedido continuamente a las plantas. Este efecto también se logra con el manejo de la cubierta vegetal o las mal llamadas "malas hierbas", que sirven como reservorio de nutrientes y productoras de parte de la materia orgánica que necesita el sistema. Finalmente, hay que reincidir en que las leguminosas son un elemento imprescindible de cualquier sistema ecológico.

3. Técnicas para la nutrición de las plantas en la agricultura ecológica.

En la Agricultura Ecológica empleamos diferentes técnicas para nutrir a las plantas, las cuales resumimos en la Imagen 12.

Imagen 12. Técnicas de nutrición del cultivo principal



Fuente: elaboración propia.

2.1. Los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos comprende una amplia gama de productos, que van desde los estiércoles frescos, que pueden presentarse de diferentes formas (mezclados con paja, en forma líquida como los purines, etc.), hasta los compostados, realizados a base de estiércol o residuos vegetales o de la agroindustrias, en diferentes mezclas, enriquecidos o no y bajo diferentes procesos de fermentación.

El contenido de nutrientes de diferentes estiércoles se ofrece en la tabla siguiente:

Tabla 12. Promedio de nutrientes contenidos en distintos estiércoles animales (% de materia seca)

ABONO	NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO
VACA	0,94	0,42	1,89
OVEJA	2,82	0,41	2,62
CERDO	1,77	2,11	0,57
CONEJO	1,91	1,38	1,30
CABRA	2,38	0,57	2,50
CABALLO	1,98	1,29	2,41
AVE	2,72	2,23	2,26
AVE PISO	2,89	1,43	2,14
AVE JAULA	2,92	2,14	1,62
PURÍN (BOVINO)	0,30	0,20	0,30
NOVILLO	2,00	0,80	1,50
GUANO ROJO	1,80	18,00	1,65

Fuente: Rodriguez, 1993, Shoning y Wichmann, 1990, USDA, 1978

2.2. El compost.

El compost es un proceso de fermentación, principalmente aeróbica, de residuos orgánicos efectuada por microorganismos, bajo condiciones controladas y aceleradas de fermentación. En el compostaje, la materia orgánica de fácil descomposición (glúcidos, proteínas, etc.) se fermenta produciendo CO_2 y agua y desprendiendo calor. A partir de esta degradación se producen materiales húmicos muy estables que captan los minerales liberados durante el proceso de compostaje y que confiere propiedades deseables a los suelos donde son aplicados.

UN BUEN COMPOST DEBE :

- Ser rico en materias húmicas.
- Tener una alta concentración de nutrientes.
- Poseer una alta capacidad de retener agua y nutrientes.
- Permitir una vida abundante y diversa de microorganismos que beneficiarán el desarrollo de las plantas.
- Mejorar la estructura del suelo.
- Evitar que se pierdan los nutrientes por lixiviación.
- En su proceso destruir semillas de malezas y organismos patógenos.

2.2.1. Cómo obtener un buen compost.

Para que un compost se realice de forma eficiente, la mezcla de materiales debe de cumplir con ciertas características, que son:

- Relación C/N debe estar en una relación entre 30/1 - 35/1 para que pueda darse una buena fermentación. Si esta relación es mayor, el proceso de fermentación es lento y la temperatura no subirá lo suficiente, produciéndose compost de baja calidad. Si por el contrario el nitrógeno es elevado, se producirá una gran cantidad de amoniaco, produciéndose pérdidas importantes de N. Una relación adecuada se obtiene mezclando diferentes materiales.

Tabla 13. Relación carbono/nitrógeno de varios subproductos.

PRODUCTO	RELACIÓN C/N
Aserrín y virutas	150-500/1
Paja de maíz	150/1
Paja de trigo y cebada	100/1
Paja de avena y centeno	60/1
Abonos verdes y césped	10-20/1
Leguminosas	10-15/1
Estiércol de bovino con paja	15-30/1
Purín de bovino	2-3/1
Estiércol ovino	15-20/1
Lisier porcino	4-7/1
Gallinaza	10-15/1
Harina de sangre	10-15/1
Alpechín	12-19/1
Alperujo	37/1

Fuente: Rodriguez, 1993, Shoning y Wichmann, 1990, USDA, 1978

- El tamaño de partícula de los materiales compostado debe de estar entre 1-5 cm, tamaño que permite una gran superficie para la acción de los microorganismos, facilidad para el mezclado y buenas condiciones de porosidad para la aireación de la mezcla. Partículas menores producen mezclas muy compactas que dificultan su aireación.

- La humedad que debe mantenerse en los materiales que se compostan durante el proceso es de 60 %, aunque al final del proceso bajará entre 30-40%. Un déficit de humedad reducirá la actividad de los microorganismos fermentadores, mientras que un exceso reduce la aireación del sistema provocando fermentaciones anaerobias que pueden producir sustancias fitotóxicas. Para mantener la humedad se debe tener la posibilidad de regarlos, por lo menos hasta haber comenzado el proceso de maduración. De igual forma, después de terminado el proceso de maduración el compost debe protegerse de las lluvias.

- Aireación suficiente, lo cual se logra con mediante volteos mecánicos de la mezcla con intervalos entre 15-30 días, sobre todo los menores intervalos son importante en la fase inicial del proceso y en materiales muy compactos. Un déficit de aireación provoca fermentaciones anaeróbicas, perdidas de nitrógeno y carbono, producción de malos olores y la temperatura descenderá.

- Las dimensiones del montón de compost deben ser: entre 1,5 m y un máximo de 3 m de alto (dependiendo de la densidad del material) y el ancho estará en función de la altura que se alcance pero por lo general oscila entre 2,5 y 4 m. El largo depende del diseño de los montones para realizar el compost y el grado de mecanización.

Durante el proceso de fermentación del compost, ocurren diferentes fases, que se diferencian por el tipo de organismo presente, la temperatura, el pH, la demanda de oxígeno, los materiales que se descomponen y los nuevos materiales que aparecen.

2.2.2. Las fases en la fermentación del compost.

Por lo general, las fases de un compost se dividen en cuatro (termófila, mesófila, enfriamiento y maduración.

Fase I. Corresponde a la fase mesófila, que ocurre al inicio del proceso y se caracteriza por la fermentación básicamente bacteriana de los compuestos solubles, caracterizándose, esta fase, por una disminución del PH, que debe bajar a valores alrededor de 5,5.

Fase II. Es la fase termófila, la temperatura se eleva por acción de la fermentación iniciada, desplazando las bacterias formadoras de esporas y los actinomicetos, a los hongos, las bacterias lácticas y levaduras que crecieron en la primera fase. El pH aumenta, pudiendo llegar a valores de 8, por acción del amoniaco desprendido en la fermentación, y la temperatura debe de llegar cerca de los 70ºC, etapa donde son destruidas las semillas y los patógenos. Ésta es una etapa de gran demanda de oxígeno.

Fase III. Es la fase de enfriamiento. Después de agotarse los materiales más fácilmente degradables, la temperatura comienza a descender, restableciéndose los hongos, que inician la degradación de la celulosa, hemicelulosa y la lignina, lo cual dará lugar a las materias húmicas. El pH se estabiliza y la demanda de oxígeno se reduce.

Fase IV. Fase de maduración. El inicio de la maduración del compost, se caracteriza por la

incorporación de animales del suelo y el aumento de las materias húmicas, mientras que el final se caracteriza por la textura del material, suelta, su color negruzco y temperatura estabilizada, lo cual se comprueba por la variación de ésta después de un volteo; si no cambia la temperatura, el compost está maduro. También se puede realizar un test de germinación que consiste en poner a germinar semillas de cebada o judía en un lecho de compost. Las semillas deben nacer en 5-7 días, tener un alto nivel de germinación (poner un control con tierra) y desarrollarse adecuadamente.

Fases del compostaje

Fase I. Mesolítica. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

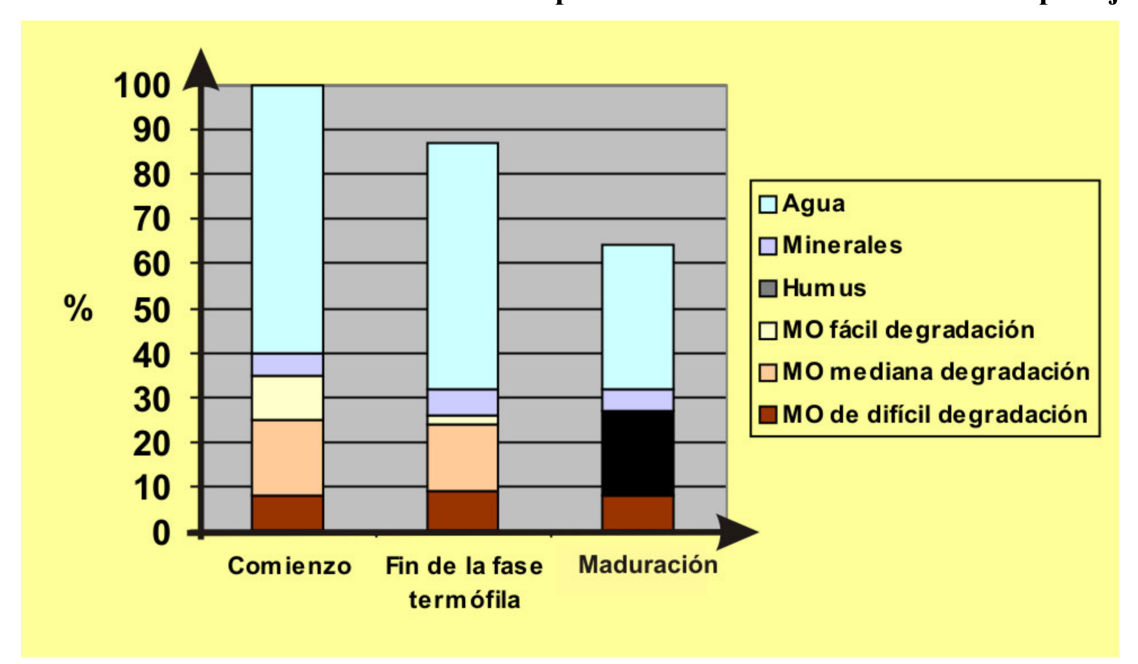
Fase II. Termófila. Cuando se alcanza una temperatura de 40 ºC, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 ºC estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

Fase III. Enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de 60 ºC, reaparecen los hongos termófilos que reinvaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 ºC los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

Fase IV. Maduración. Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

Durante el proceso de fabricación del compost su volumen se reduce entre un 50–55% y su masa en alrededor de 65 % debido a las pérdidas de CO_2, agua y sustancias volátiles. Al mismo tiempo su composición varía como se indica en el gráfico siguiente:

Gráfico 17. Evolución teórica de los componentes del sustrato durante el compostaje.



El compost de los residuos de almazara son de gran importancia en Andalucía. Algunos valores de la calidad de estos compost se ofrecen en la imagen 16:

Imagen 13. Valores de algunos tipo de compost.

COMPOST ALPERUJO + HOJA + ESTIÈRCOL	COMPOST ALPERUJO + BORRA ALGODÓN	COMPOST ALPERUJO + PAJA + UREA	COMPOST ALPERUJO + ESTIÉRCOL PAJOSO + VINAZA	COMPOST ALPERUJO + ESTIÉRCOL + PAJA + SERRÍN + CAL
Sánchez, A. 1999	*Cegarra, J. 1997*	*Madejón, E. 1998*	*Labrador, J. 2000*	*Amirante, R. 1997*
pH = 9,09	C/N = 18	Hdad. = 23,3%	Hdad. = 5,55%	C/N = 20
CE = 3,38 mS/cm	%C = 45%	M.O. = 84,4%	pH = 7,84	
Hdad. = 34%	N_T = 2,5%	Cenizas = 15,6%	CE = 1,72 mS/cm	Grado humificacion 70%
Cenizas = 50,9%	pH = 9,4	pH = 7,7	M.O. = 27,98%	
M.O. = 49,1%	CE = 4 mS/cm	CE = 3,75	N_T = 1,52%	
C/N = 15	Grasa = 1,3%	C.a.a. = 121%	C/N = 9,07	Tasa humificación 31%
N_T = 1,64%	I_b = 57%	I_b = 73%	EH_T = 12,81%	
P_2O_5 = 0,502%	EH_T = 14%	Ah = 4,8%	P_2O_5 = 0,8%	
S = 0,68%	Ah/Af = 2	Af = 1,7%	K_20 = 1,39%	Índice humificación 0,43
K_20 = 2,88%	C.C.C. = 123 meq/100 gr.	N_T = 1,4%	Dap = 0,82 gr/ml	
CaO = 4,49%		P_2O_5 = 0,75%	Grasa = 0%	
MgO = 3,02%		K_20 = 2,63%		
		P_E = 0,5 Tm/m^3		

Fuente: Sánchez A. 2001. Transformación de los subproductos de almazara en abono orgánico para su uso en la agricultura. Comité Andaluz Agricultura Ecológica, Boletín nº. 4.4/00.

2.3 Los abonos verdes.

Abono verde se denomina a la siembra de ciertas plantas que se emplean para ser incorporadas al suelo en un estado vegetativo, por lo general, después de la floración y antes de la fructificación. Las cubiertas vegetales se consideran también un tipo de abono verde y, en este caso, por lo general, la incorporación de la materia orgánica y los nutrientes al suelo se realiza mediante la siega, aunque en ocasiones se incorpora con un pase de grada. Como las plantas se siegan o incorporan al suelo en un estado vegetativo joven, su descomposición es alta, quedando disponible una gran cantidad de nutrientes para los cultivos.

Los abonos verdes pueden contribuir a reducir las pérdidas de nutrientes por lixiviación. Por ejemplo, en los climas mediterráneos, (donde se produce una fuerte mineralización de la materia orgánica durante el verano, que puede ser lixiviada con las lluvias de otoño) la siembra temprana de un abono verde de rápido crecimiento puede retener los nutrientes, que después se aportan en forma de la materia orgánica, antes de la siembra del cereal, en un momento donde la descomposición es más lenta.

Tabla 14. Características Agronómicas de Abonos Verdes o Cultivos de Cobertura.(Monegat 1991).

Nombre común	N.cientifico	Plena cobertura suelo	Altura cobertura	Prof. Raices	Ton/ha M.V*.
		(días)	(cm)	(cm)	
Avena blanca	Avena sativa	45-65	100-130	8-12	36-45
Avena negra	Avena strigosa	45-65	120-150	8-12	33-46
Centeno	Secale cereale	45-60	130-160	6-10	20-35
Chicharo común	Lathyrus sativus	60-80	50-80	15-20	25-36
Guisante de campo	Pisum sativum	45-60	70-120	15-20	13-38
Haba común	Vicia sativa	60-80	50-80	15-25	23-41
Haba peluda	Vicia villosa	70-90	60-100	15-30	17-30
Haba italiana	Vicia faba	75-90	80-100	20-25	28-32
Lenteja	Lens esculenta	70-90	40-70	15-20	19-26
Nabo forrajero	Raphanus sativus	40-60	1230-160	20-40	43-95
Lupino amarillo	Lupinus luteos	80-120	70-100	20-30	28-46
Lupino bñlanco	Lupinus albus	80-120	70-120	20-30	32-50
Trebol dulce	Melilotus albus	-	-	-	19
Trebol rojo	Trifolium encarnatum	75-95	60-85	15-20	25-38
Trebol subterraneo	Trifolium subterraneum	90-115	25-39	15-25	22-32

*MV= Material Verde.

Fuente: Monegat, 1991.

La cubierta vegetal también tiene un fuerte efecto en reducir la erosión y aumentar la penetración del agua en el suelo (o sea es importante para la “cosecha del agua”). El grado de efecto está en relación con el volumen de residuos sobre el suelo, obteniéndose muy buenos resultados cuando la cubierta deja 1 Tn/Ha, como se muestra a continuación:

Tabla 15. Efecto de la cobertura de residuos vegetales obtenidos de diferentes cultivos en el escurrimiento superficial, infiltración de agua y perdida del suelo con pendiente del 5% (Monegat 1991)

Residuos	Efectos sobre el agua y suelo		
Tn/ha	Escurrimiento del agua %	Infiltración de agua %	Perdida de suelo Tn/Ha
0.0	45.3	54.7	13.69
0.275	40.0	60.0	3.57
0.550	24.3	74.7	1.56
1.102	0.5	99.5	0.33
2.205	0.1	99.5	0.0
4.410	0.0	100	0.0

Fuente: Monegat, 1991.

Una cubierta vegetal sembrada en el mes de abril en viñedos de Montilla, basada en trébol y crucífera, que cubrió el 60 % de la superficie del viñedo, produjo en su primer corte 8.795 kg MV/ha (1.847 kg MS/ha) y aportó en esta masa 62 kg N/ha y 5,9 Kg de fósforo/ha en el mes de mayo cuando se le efectuó el primer corte. Ya en el mes de diciembre de ese mismo año se le dio un segundo corte con similar rendimiento.

Imagen 14. Cubierta vegetal en viñedo (Montilla) y Olivar (Baena).





Fotografías: realizadas y cedidas por Roberto García Trujillo.

2.4. Los residuos de cosecha.

Los residuos de cosecha se deben dejar sobre el suelo o incorporarse superficialmente. Si estos residuos son fibrosos, como las pajas de cereales, por lo general, son pobres en nitrógeno y otros elementos, pero son muy eficientes en proteger los suelos y aumentar el humus en éste, con lo cual se mejoran las propiedades de los mismos y por tanto su fertilidad. Los residuos que tienen partes verdes, por lo general, aportan también importantes cantidades de nutrientes.

2.5. La rotación de cultivos.

Las rotaciones de cultivos como una estrategia de diversificación en el tiempo, así como los cultivos múltiples que desarrollan su estrategia de diversificación en el espacio, comparten un grupo de beneficios comunes y aún no bien conocidos.

El incremento de los rendimientos por unidad de área parece ser la justificación para la reintroducción de las rotaciones en los sistemas intensivos de producción, inclusive en los sistemas con alto uso de insumos. Igualmente la posibilidad de obtener un mayor rendimiento por unidad de superficie sigue siendo el principal impulso de los agricultores con escasos recursos para continuar empleando los cultivos múltiples o policultivos.

No obstante, multitud de autores señalan ya un gran grupo de beneficios, que de una forma u otra redunda en mayores rendimientos, menores gastos o mayor seguridad alimentaria. En una revisión sobre rotaciones de cultivo, Karlen et al. (1994), al revisar unos 20 autores, resume los siguientes factores como elementos que pueden contribuir al buen comportamiento de las rotaciones de cultivos:

- Incremento del suministro de nitrógeno al suelo.
- Mejora de la capacidad de retención del agua por el suelo.
- Incremento de la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Mejor estructura del suelo.
- Incremento de la actividad microbiana del suelo.
- Control de malezas.
- Disminución de la incidencia de plagas.
- Disminución de la incidencia de nematodos.
- Disminución de la incidencia de enfermedades.
- Presencia de compuestos fitotóxicos que pueden inhibir el crecimiento de otras plantas en los residuos.
- Presencia de sustancias promotoras del crecimiento.

Todas las informaciones indican que las rotaciones de cultivo son importantes para mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes por las plantas. Sin embargo parece aún mas importante la secuencia de los cultivos en la rotación (Carter et al., 1991; Carter y Berg, 1991).

Este efecto viene dado por las diferentes habilidades de las plantas de tomar nutrientes a diferentes profundidades, de sus capacidades asociativas con diferentes organismos en el suelo, de explotar ciertas fuentes de nutrientes que otras plantas están imposibilitadas de hacerlo, de acumular nutrientes en su organismo por encima de sus necesidades y que posteriormente por sus residuos o fluidos los ponen a disposición de otras plantas, etc.

Las leguminosas, además de su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, tienen habilidad para tomar el nitrógeno remanente en el suelo, especialmente nitrito.

La reducción de los niveles de nitrito en el suelo por una rotación de plantas de raíces superficiales como la cebada y los pastos con otra de raíces profundas como la de alfalfa puede reducir significativamente el nivel de nitrito en el suelo, Olsen, et al. (1970) señala que la reducción de este mineral fue de un 32 y 84 % a profundidades de 1,2 y 1,5 m respectivamente.

Es generalmente aceptado que el mayor crecimiento que se registra en las cosechas al seguir en la rotación a una leguminosa es debido al aporte de nitrógeno que esta realiza. Sin

embargo, en las estimaciones reales, empleando marcadores del aporte de nitrógeno o al menos la cantidad de N que la planta sucesora toma de la dejada por la precedente en el suelo, está muy por debajo de las necesidades para el rendimiento observado. A este fenómeno es lo que se denomina "caja negra" del efecto rotación y se piensa que sea debido a una mayor y más diversificada vida de los organismos del suelo.

En el caso de las asociaciones se ha observado un mecanismo muy interesante de transferencia de nitrógeno entre las leguminosas y las plantas no leguminosas a través de los hongos micorrizas arbusculares, mecanismo que se piensa pueda funcionar para otros nutrientes (Vandermeer, et al., 1986).

El consumo de lujo de algunos nutrientes por algunas plantas, como el N por las leguminosas o el potasio por las gramíneas, también es un mecanismo que disponen las plantas para evitar la pérdida de nutrientes del suelo por lixiviación, lo cual funciona muy bien como regulador en la economía y el reciclado de los nutrientes en los sistemas de rotación de cultivos y cultivos múltiples.

Las rotaciones y los cultivos múltiples también favorecen la captura de nutrientes por las plantas. Así tenemos que el maíz después de la soja tenía un mayor contenido en sus tejidos de fósforo (Copeland, P.J., and Crookston, R.K.,1992) y de potasio, sin embargo este efecto no se registró cuando el sorgo sucedió al algodón.

En las rotaciones y los cultivos de cobertera, también se obtiene un incremento de la disponibilidad de micronutrientes en el suelo para las plantas como el hierro, cobre y zinc, por la acción de los microorganismos del suelo, los cuales los transforman en quelatos (King, 1990).

Como se comentó anteriormente, las rotaciones mejoran la eficiencia en el uso del agua, lo cual sugiere que la mayor eficiencia en la toma de nutrientes y agua venga dado en parte por una mayor superficie de absorción y actividad de las raíces. Este aspecto también se asocia a la famosa "caja negra" del papel de los microorganismos del suelo en beneficiar las actividades de las plantas.

En el caso de los policultivos, se han obtenido idénticos efectos en cuanto al mayor contenido de minerales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; cuando las plantas se encuentran en cultivos múltiples en relación a las que crecen en monocultivo.

Los policultivos también se muestran más eficientes que los monocultivos en tomar el nitrógeno del suelo, especialmente cuando se aplican fertilizantes nitrogenados (Palada y Harwood, 1974).

2.6. Biofertilizantes y estimuladores del crecimiento.

Se conoce como biofertilizantes a un grupo de organismos que se aplican al suelo o las semillas para mejorar la nutrición de las plantas (rhizobium, micorrizas, azotobacter, etc.) o preparados obtenidos a partir de fermentación biológica que contienen grupos de nutrientes que se emplean básicamente como fertilizantes foliares.

El uso de las inoculaciones con bacterias simbiontes del género *Rhizobium* a diferentes cultivos leguminosos, es una práctica habitual y muy extendida. El *Rhizobium* es una bacteria fijadora simbionte de nitrógeno con probada eficiencia en plantas como soja, alubias, veza, leguminosas forrajeras y otras (Treto et al, 2001).

Estos microorganismos se comercializan en sustratos que se aplican conjuntamente con las semillas en el momento de la siembra[4] y son cepas con alta eficiencia en su fijación de N, que se seleccionan según el tipo de cultivo y suelos donde se utilizarán. Debido a la competencia que se establece con las cepas de Rhizobium presentes en los suelos por lo general es necesario inocular las semillas en todas las siembras, aunque en ciertas condiciones se ha observado que después de varias inoculaciones se establecen en los suelos no encontrándose diferencias entre las plantas inoculadas y las que no. La fijación simbiótica de N puede proveer a las leguminosas cultivadas entre el 70-100% de sus requerimientos de este mineral (Treto et al., 2001).

Las micorrizas son hongos del suelo que se asocian a la mayoría de las plantas y que benefician la nutrición vegetal al actuar como extensores del sistema radicular de las plantas, aumentando su capacidad de absorción de agua y nutrientes (Barea, 2001). Los inóculos de micorrizas se emplean principalmente en la producción de posturas o almácigos de plantas como cítricos, frutales, hortalizas, café y otras. En países tropicales se han obtenido importantes mejoras en el comportamiento de las plantas con el uso de micorrizas (Treto et al, 2001). También se han desarrollado métodos de aplicación de micorrizas a cultivos como el arroz y el trigo, sembrados de forma directa, con semillas peletizadas que contenían las micorrizas (*Glomus mosseae* y *G. manihotis*), y con incrementos en los rendimientos entre 20-45% a escala comercial (Fernández et al., 1997). En Lanzarote se informa que la inoculación con *G. mosseae* en sandía aumentó el peso de la fruta y su número en un 30% y 18% respectivamente sobre el control. En viñas se encontró diferencias en el crecimiento de las plántulas a favor de los tratamientos micorrizados.

Otra bacteria que se emplea para mejorar la nutrición de las plantas es el *Azotobacter chroococcum*, que inoculada a los suelos donde se cultivan un buen número de plantas pueden mejorar su nutrición nitrogenada. Se han observado que cepas cubanas seleccionadas pueden suministrar hasta un 50% de las necesidades de N de algunas plantas, además de que se conocen que son capaces de sintetizar un grupo de sustancias estimulantes del crecimiento de la plantas como auxinas, citoquininas, giberelinas, aminoácidos y vitaminas (Dibut, 1998).

La nutrición del fósforo se puede mejorar mediante el uso de microorganismos solubilizadores del fósforo, mojando las raíces de las posturas con estas bacterias antes de la siembra o asperjado el suelo en soluciones diluidas. En ensayos de sustitución de fertilizantes fosfóricos soluble, lograban sustituir entre un 50-100% de las necesidades de fósforo de las plantas (Treto et al., 2001).

Todos estos organismos se encuentran de forma natural en los suelos, por lo que su efectividad disminuye en la medida que los suelos tienen mayor contenido de la materia orgánica y donde existe una alta actividad biológica (Martínez Viera, 1997), comunicación personal), no obstante pueden jugar un papel muy importante en la transición hacia una agricultura ecológica cuando partimos de suelos con bajos niveles de la materia orgánica y muy deteriorados biológicamente por el uso de agrotóxicos.

También se han desarrollado preparados fermentados que se emplean para la nutrición de las plantas y su protección contra las enfermedades. Estos preparados se logran mediante la

[4] Normalmente el sustrato se con el *Rhizobium* se le añade agua azucarada, alguna sustancia pegante y se mezcla con las semillas la noche antes de la siembra. La semilla se extiende y se deja secar, lo cual ocurre en unas pocas horas. Las dosis depende de la concentración del sustrato.

fermentación de materiales orgánicos (estiércol de vaca), activado con adiciones de carbohidratos fácilmente degradable (melaza o azúcares), proteínas (leche) y con la adición de diferentes minerales que serán incorporados a los organismos que crecen en el proceso de fermentación y quedarán en forma muy asimilables por las plantas. Además estos preparados contienen muchos compuestos orgánicos (aminoácidos, vitaminas, etc.) producto de la fermentación de los microorganismos que han crecido en el proceso de fermentación.

Entre los activadores biológicos del metabolismo de las plantas se encuentran también un grupo de preparados que ha desarrollado la Agricultura Biodinámica (Labrador y Reyes, 1999), y donde se emplean fermentados de estiércol de vaca, minerales como la sílice y plantas como la milenrama, manzanilla, ortiga, corteza de roble, diente de león valeriana y cola de caballo.

Los preparados de algas marinas se consideran también biofertilizantes, que se aplican tanto por fertirrigación como por abono foliar. Los productos procedentes de las algas se caracterizan por su alto contenido en calcio, microelementos y materias orgánicas. Aplicadas al suelo disminuyen su acidez, aumentan el contenido de macro y microelementos, especialmente de hierro, zinc y manganeso. Como fertilizante foliar actúa como bioestimulante sobre el desarrollo del vegetal, mejorando su capacidad de resistencia sobre estados de estrés, frente al ataque de determinados parásitos y enfermedades y como corrector de carencias en determinados microelementos (Labrador y Reyes, 1999).

En Tabla 16 se muestran varios ejemplos de productos comerciales de algas con la composición de algunos de sus componentes, así como los usos y dosis que recomiendan los fabricantes.

En el mercado también se pueden encontrar diferentes extractos de fermentaciones de sustancias orgánicas y adiciones de minerales que se emplean con fines similares a los extractos de algas, o sea como estimulantes del crecimiento vegetal, correctores y en ocasiones protector de las plantas.

Tabla 16. Ejemplos comerciales de productos a base de algas.

Marca Comercial	Procedencia	Composición (%)													Recomendación de Uso
		MO	N	P2O5	K2O	Ca	MgO	Fe	Bo	Mn	Mo	SO3	Zn	AA	
AGROPLUS	Crema de algas unicelulares 100%		0,72	0,26	0,89	0,32	0,13	0.08	0,03	0,05	0,04	0,16		x	Olivar, hortícola, frutales y vid dosis de 1dl/l de agua
ALGABIOL	Extracto de algas marina 25%	13	0,5	0,7	3,8	0,06	0,25					1,15			Olivar, hortícola, frutales, vid a 150-300 cc/l a dosis de 2-3 l/ha
ALGAFARM	Extracto algas marinas 12%	25	6						0,2	0,5	0,1		0.4	2,2	Hortícola, frutales y vid 2-3 l/ha
ALGANOL	Extracto algas marinas al 15%		3,5		2		2		2,3		0,1	6			Olivos como abono foliar a dosis de 200 a 300cc/Hl
ALGIMAX	Crema de algas marinas 20,8%						4,8		2		0,2	9,7			Abono foliar en hortícola, frutales y viveros entre 100-300 cc/Hl
BINAT	Extracto algas 8%		5					0,1	0,15	0,1			0,1		Favorece, floración, cuajado y maduración de los frutos, se recomienda aplicar 5-10 días antes del inicio de estos procesos. Frutales 150-300 cc/HL y hortícola 100-200cc/Hl
BIOCORP	Crema de algas 22,3%							0,5	0,25	0,7	0,05		0,8		Cítricos, hortícolas, frutales, vid en dosis de 100-300 cc/Hl. Gasto máximo 12,5-32 l/ha y año
GEOMAR 2000	Crema de algas obtenida por criomolienda 30,25%		1,68				1,68			1,68		8,3	1,68		Estimulante crecimiento y corrector de carencias 125-150 cc/HL
NATURBOX-ALGIUM	Crema de algas obtenida por criomolienda	13	1	0,5	5									2	Estimulante y activador del crecimiento vegetal. En olivar 250 cc/Hl y gasto de 1-3 l/ha; frutales a la caída pétalos y después del cuajado de 2-3l/ha; hortícolas después del trasplante y cada dos semanas 1-2 l/ha

Fuente: elaborado a partir de Labrador y Reyes, 1999.

Estos ejemplos no indican ninguna preferencias sobre otros productos que aparecen en la “Guía de Productos Utilizables en Agricultura y Ganadería Ecológicas” o que se encuentren en el mercado.

2.7. Fertilizantes y Enmiendas minerales naturales.

Los problemas de deficiencias de minerales en los suelos, los desequilibrios de éstos o acidez, que se presenten en los suelos de explotaciones dedicadas a la agricultura o ganadería ecológica también se pueden corregir empleando un grupo de sustancias minerales de origen natural, cuando los aportes a través de la materia orgánica no sean suficientes.

Calcio: la normativa europea regula que tanto para aportar este elemento como para elevar el pH del suelo se pueden emplear carbonatos de calcio y magnesio de origen natural y sulfato de calcio (yeso) de origen natural. El cloruro cálcico sólo se permite en frutales como tratamiento foliar por su carencia. A continuación se ofrecen un grupo de los productos autorizados y su contenido en minerales.

Tabla 17. Productos minerales autorizados para emplear en la agricultura ecológica como fertilizantes.

Productos	Contenido (%)			
	CaO*	P_2O_5	MgO*	SO_3
Calizas molidas	45			
Cretas	55			
Cretas fosfatadas	30	3		
Margas y productos similares	25			
Dolomitas	25		13	
Conchas de moluscos	10-35			
Esqueletos calizos de algas marinas	42		2,5	
Cales agrícolas vivas	77			
Cales agrícolas apagadas	50[1]			
Anhidrita	30			45
Vinazas	20			

* En forma de hidróxido.

En término generales se recomienda para los suelos que se le desee elevar el pH, que en el primer año sólo se eleve en una unidad de pH y en los años sucesivos previo análisis alrededor de medio grado. Las cantidades que se necesitan para la corrección del pH del suelo dependen del tipo de suelo y la riqueza en óxido de calcio (CaO) de la fuente mineral empleada.

Notas:

Fósforo: La agricultura ecológica sólo permite el uso fuentes minerales ricas en fósforo en estado natural. La principal fuente de este mineral son las sales de ácido ortofosfórico con calcio, que forman yacimientos de origen sedimentario impurificado con cloro, fluor, carbonatos y otros. De estos minerales la conocida como fosforita es la más importante pero es poco soluble. La adición de este mineral a las camas de los animales o a los compost durante el proceso de fermentación, pueden mejorar la solubilidad del fósforo de este mineral. Los minerales de fósforo que más se encuentran en el mercado son los procedentes de yacimientos de Túnez, Senegal y del Sahara. Las concentraciones de pentóxido de fósforo (P_2O_5) de estos minerales se encuentran entre 25-34%.

Potasio. Para la corrección de deficiencias de potasio, el reglamento Reglamento (CEE) 2092/91, permite emplear las sales de potasio en bruto como la silvinita, la kainita y la carnalita, así como productos obtenidos a partir de la sal potásica en bruto como el sulfato de potasio. Los productos que frecuentemente se encuentran en el mercado son los sulfatos de potasio naturales, con diferentes contenidos de óxidos de calcio (CaO), anhídrido sulfúrico (SO_3) y óxido de magnesio (MgO). El contenido de óxido de potasio (K_2O) de esas sales está alrededor de 30%.

Otros minerales naturales para corregir deficiencias de magnesio o azufre son empleados en la agricultura ecológica. Igualmente, se emplean la roca silícea molida que contiene una diversidad de microlementos:

Por ejemplo, la kieserita molida aporta un 10% del magnesio como óxido de magnesio (MgO); un 13,5% del azufre como anhídrido sulfúrico (SO_3); un 39% del dióxido de silíceo (SiO_2); 2,1% de dióxido de potasio (K_2O); 4% de óxido férrico (Fe_2O_3); 10% de óxido de aluminio (Al_2O_3); un 40,45% de Cobre; un 0,15% de Manganeso; 0,14% de Zinc y otros microelementos. La roca silícea actúa como un eficaz anticarencial, asegurando la mineralización de los suelos y se emplea en dosis de 200-500 Kg/ha.

4 Bibliografía.

Avilés, M. y Tello, J. 2001. El compostado de los residuos orgánicos, su relación con las enfermedades del suelo. En Agroecología y Desarrollo. Aproximaciones a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agroecosistemas mediterráneos. Pag. 185. Edit Labrador, J. Y Altieri, M. Univ. Extremadura-Mundi Prensa, Madrid.

Barea, J. M. 2001. Interacciones ecológicas de los microorganismos en el suelo y sus implicaciones en la agricultura. En Agroecología y Desarrollo. Aproximaciones a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agroecosistemas mediterráneos. Pag. 165. Edit Labrador, J. Y Altieri, M. Univ. Extremadura-Mundi Prensa, Madrid.

Carter, D.L. and R.D. Berg. 1991. Crop sequences and conservation tillage to control irrigation furrow erosion and increase farmer income. Journal of Soil and Water Conservation JSWCA3, Vol. 46, No. 2, p 139-142.

COPELAND, P.J., and CROOKSTON, R.K. (1992)Cropsequence affects nutrient composition ofcorn and soybean growunder high fertility. Agron.J. 84:503-509.

Dibut, B. 1998. Efecto de Azotobacter chroococcum sobre el cultivo de la cebolla. Tesis. Dr. Cs. Agr. La Habana. 101 p.

Fernández, F; R. Ortiz; M.A. Martínez.; Annareya Costales. y Desiree Llonín, 1997. The effect of comercial arbuscular mycorrizal fungui (AMG) inoculants on rice Oryza sativa in different types of soils. Cultivos Tropicales 18(1):5-9.

Guzmán, G. 2000. El manejo agroecológico del suelo. En: Introducción a la Agroecología como desarrollo sostenible. Edit. Guzmán, G. González de Molina, M. y Sevilla Guzmán, E. Mundi Prensa, Madrid.

Gascó, J. M. 2001. El suelo como recurso. En Agroecología y Desarrollo. Aproximaciones a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agroecosistemas mediterráneos. Pag. 119. Edit Labrador, J. Y Altieri, M. Univ. Extremadura-Mundi Prensa, Madrid.

García Trujillo, R., 2002. Informe sobre el desarrollo de la agricultura ecológica en el municipio de Almonte.

Karlen, DL., EC Berry, TS Colvin, and RS Kanwar. 1991. Twelve year tillage and crop rotation effects on yields and soil quemical properties in northesat Iowa. Commun. Soil Sci. Plant Anal.

Karlen, D.L., Varvel, G.E., Bullock, D.G. and Cruse, R.M. 1994. "Crop Rotations for the 21st Century". En advances in Agronomy. Vol. 53, pp.1-45.

King, L. D. 1990. Sustainable Soil Fertility Practices. In: Sustainable Agriculture in Temperate Zones. Francis, C., C. B. Flora, and L. D. King (eds.). John Wiley. USA. pp: 147-173.

Labrador. J. 2001. Aproximaciones a la gestión agroecológica del suelo. En Agroecología y Desarrollo. Aproximaciones a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agroecosistemas mediterráneos. Pag. 129. Edit Labrador, J. Y Altieri, M. Univ. Extremadura-Mundi Prensa, Madrid.

Labrador, J. y Reyes, J. 1999. Guía de productos utilizables en Agricultura y Ganadería Ecológicas. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura. Badajoz.

Martínez Viera, R. 1997. Los biofertilizantes como pilares básicos de la agricultura sostenibleen Cuba. Conferencias I Taller Nacional de Producción Agroecológica d Cultivos Alimenticiosen Condiciones Tropicales. IIH "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba: 88.

Monegat, 1991.Plantas de cobertura do solo. Características e manejo em pequenas propriedades.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2005. La Agricultura Ecológica en España. Introducción. Disponible en línea:

http://www.mapa.es/es/alimentacion/pags/ecologica/introduccion.htm

Mathus, et al., 1975

Olsen, R.J., R.F. Hensler, O.J. Attoe, S.A. Witzel, and L.A. Peterson. 1970. Fertilizer nitrogen and crop rotation in relation to movement of nitrate nitrogen through soil profiles. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34:448–452Kasel, et al., 1985

Palada y Harwood, 1974. Integrated weed management: I. Key factors affecting crop-weed balance. Philippine Weed Science Bulletin 1: 14-36.

Primavesi, A. 1990. Manejo ecológico do solo. Nobel, Sao Paulo.

Treto et al, 2001. Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba. Cultivos Tropicales, 2001, vol. 22, nº. 4, p. 11-16.

Vandermeer, et al., 1986. A computer –based technique for rapidly screening intercropping designs. *Experimental Agriculture*. 22, 215-232.

Unidad 5. FASES EN UN PROCESO DE CONVERSIÓN.

1. Conversión total.

Se denomina conversión total cuando ésta se efectúa en toda la explotación, lo cual puede ser adecuado en cultivos leñosos como vid y el olivo. También es aconsejable en las nuevas plantaciones de estos cultivos, los frutales y otros perennes como los espárragos, donde el periodo pre-productivo puede coincidir con el periodo de transición que es como mínimo de dos años.

2. Conversión Horizontal.

Cuando el proceso de conversión se inicia en una parte de la explotación y va aumentado gradualmente su superficie éste se denomina conversión horizontal. Este sistema es adecuado para las explotaciones medias de hortalizas o las grandes explotaciones de cultivos anuales o perennes en explotación, y donde además de reducir los riesgos por posibles reducciones de la producción, se toma experiencia sobre los nuevos métodos y se adaptan las nuevas tecnologías.

3. La Conversión Vertical.

Se produce con la reducción gradual de los insumos químicos en el sistema y la introducción de métodos Ecológicos, de forma tal que en algunos años toda el área estará bajo el sistema Ecológico. A este método se le conoce como conversión vertical y tiene el inconveniente que a los efectos de los Órganos de Control de la Agricultura Ecológica, no se considera como transición, ni tampoco puede tener acceso a las subvenciones que se otorgan a la Agricultura Ecológica. Este proceso se puede aplicar en aquellas explotaciones que realizan una conversión horizontal, en el área no declarada en Agricultura Ecológica, de manera que, cuando se decida declarar en Agricultura Ecológica se hallan recuperado los sistemas biológicos deteriorados por los métodos convencionales y el tránsito desde el punto de vista biológico, no repercuta en la producción.

La conversión hacia una Agricultura Ecológica también puede seguir dos estrategias que pueden dar resultados bien diferentes. Entre ellas tenemos:

1- **Sustitución de insumos químicos por naturales.** Ejemplo de ello es la sustitución de los fertilizantes químicos por orgánico, rocas, cenizas, etc.; el empleo de lucha biológica, el uso de sustancias naturales, etc., para combatir plagas y enfermedades o el uso de métodos mecánicos para combatir las adventicias en vez de herbicidas.

2- **Rediseño de la finca introduciendo un grupo de prácticas agroecológicas que propicien el equilibrio del sistema y su auto funcionamiento.** Ejemplo de ello es el diseño de rotaciones de cultivos, uso de cubierta vegetal, establecimiento de vegetación natural en bordes, linderos, la arborización de la explotación, etc.).

La sustitución de insumos químicos por biológicos es una acción necesaria y fundamental en un sistema ecológico, e inclusive es el aspecto básico que se exige para registrar las explotaciones en los Órganos de Control de la Agricultura Ecológica, sin embargo por si sola no es capaz de corregir los problemas ocasionados por el monocultivo, el mal manejo del suelo y otras prácticas que es necesario resolver con un rediseño de la explotación como se ha apuntado previamente.

4. La Reconversión en la agricultura andaluza.

El periodo de conversión de un sistema convencional a uno ecológico, no siempre tiene que disminuir la producción.

Un estudio realizado con agricultores ecológicos en Andalucía (García Trujillo, 2001)[5] muestra que después de la conversión, un 47,6% de los encuestados plantean que su producción no varió, un 28,8% plantean que esta disminuyó poco, un 11,8% que disminuyó mucho e igual cifra que aumentó su producción. La triangulación de la información obtenida, muestra que los cultivos y ganadería que tenían altos rendimientos antes de la conversión, presentaron un mayor número de casos donde disminuyeron mucho los rendimientos después de la conversión, en comparación con los que tenían bajo o medio rendimiento antes de la conversión.

Se debe destacar que en el 33 % de los casos donde la producción fue alta antes de la conversión, la producción no varió o inclusive aumentó después esta, lo que apunta que la estrategia de manejo durante este periodo es de gran relevancia en los resultados productivos. Donde el rendimiento fue medio antes del periodo de conversión, la mayoría de los encuestados plantean que las producciones disminuyen un poco o no varían, encontrándose similares porcentajes para los que disminuyeron mucho su rendimiento o los que lo aumentaron, mientras que en la mayoría de los casos que tenían bajo rendimiento antes de la conversión, la producción no varió.

La respuesta observada de los diferentes cultivos ante el periodo de conversión, muestra algunas tendencias interesantes. Los cultivos donde aumentó la producción después de la conversión coinciden en todos los casos con olivares y frutales de secano, aunque la tendencia general de estos dos cultivos es a no variar su producción y si la disminuyen lo hacen en una pequeña magnitud. En la ganadería bovina y ovina no se registran cambios de la producción durante la conversión, en los cítricos la producción no varia o disminuye poco, la viña presenta un gran rango de respuesta, que va desde no variar a disminuir mucho, lo mismo que ocurre con la apicultura, mientras que en las hortalizas la tendencia es a disminuir poco.

De las explotaciones que bajaron su rendimiento durante el periodo de conversión en el 34,7 % de los casos la producción había seguido baja, en el 52,2 % la producción se había recuperado a niveles similares a los de antes de la conversión y en el 13 % había superado los niveles de producción antes de la conversión. Esto significa que solamente el 13,6 % de todos los productores encuestados mantenían sus producciones por debajo de los niveles alcanzados antes de la conversión.

Resultados similares se han obtenido recientemente en Extremadura (Grueso y García

---

[5] García Trujillo 2001. Aproximación a las potencialidades y obstáculos de la agricultura y ganadería ecológica en Andalucía. En La práctica de la agricultura y ganadería ecológicas, CAAE

Trujillo, 2002)[6], donde al 58 % de los productores no le varió la producción después de la conversión, al 25,9 % le disminuyó poco, al 12,4 % le disminuyó mucho e inclusive al 3,5 % le aumentó la producción. Se debe significar que de los productores que expresaban tener un nivel alto de producción antes de la conversión, un 51,8 % planteó que su nivel de producción se mantuvo después de la conversión y un 31 % que le disminuyó poco.

Los principales problemas con que tropiezan los agricultores ecológicos en el periodo de conversión están relacionados con la nutrición de las plantas, el control de plagas y enfermedades y el control de plantas adventicias. De aquí la necesidad de confeccionar un programa adecuado durante la conversión que conlleve, considerar el uso de abonos muy descompuesto que aportan principalmente fertilidad a largo plazo, con otros de mayor riqueza en nutrientes como pueden ser excrementos frescos o conservados de gallinas, porcino o caballo, que aporten fertilidad a corto plazo y donde además pueden ser especialmente útil los abonos fermentados de aplicación foliar, los cuales además de nutrir a las plantas presentan propiedades funguicidas.

Además se debe tener a mano los medios biológico o naturales para el control de posibles plagas y enfermedades, establecer una cubierta vegetal en todos los lugares posibles, especialmente combinaciones de setos con herbáceos de flores compuestas y umbelíferas, la modificación de las distancias de siembra de forma tal de aumentar la competencia del cultivo sobre las adventicias, emplear la rotación y la diversificación.

Se debe estar claro que el medio principal de control de las plagas y enfermedades se da en la Agricultura Ecológica por una combinación de una correcta nutrición orgánica, el establecimiento del equilibrio biológico tanto en superficie como en el suelo, conjuntamente con buenas prácticas agrícolas, como pueden ser rotaciones, podas, momentos de siembra, etc.

Unidad 6. EL MERCADO DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS.

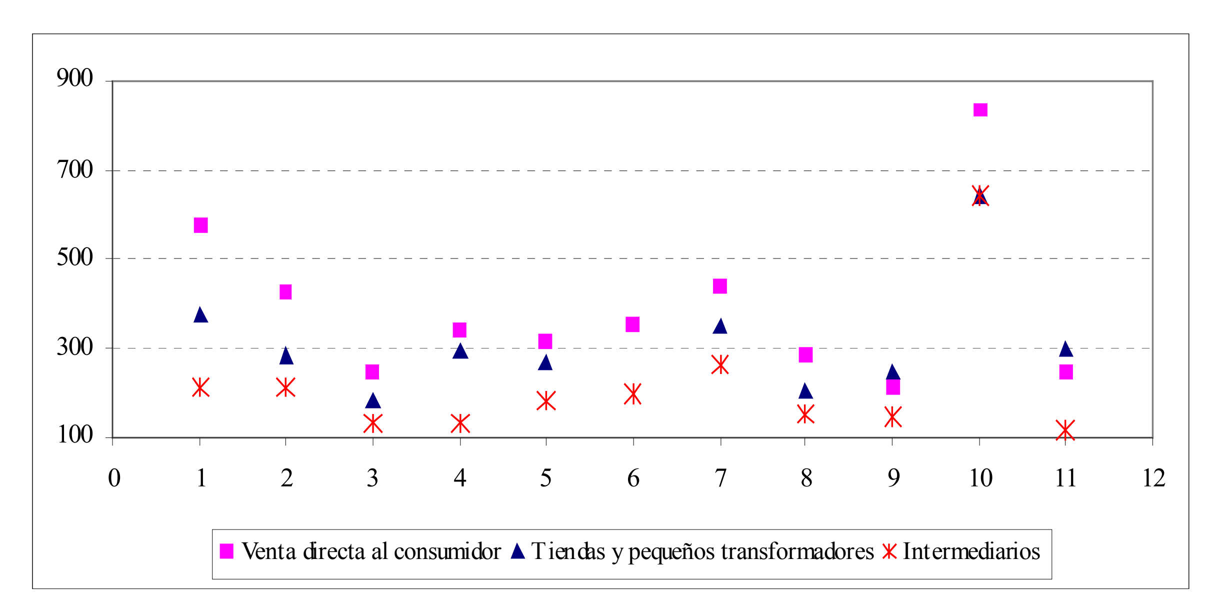
El mercado de productos ecológicos está formado por una red de productores, elaboradores, distribuidores y minoristas por donde fluyen los productos a los consumidores.

Los canales a través de los que se comercializan los productos ecológicos pueden ser de dos tipos: largos y cortos. Los canales largos se corresponden con canales de comercialización convencionales: supermercados, hipermercados y exportación. Estos conllevan que los pequeños y medianos productores deban contar con intermediarios, de tal forma que el precio percibido por el producto es, con diferencia, menor que aquellos agricultores que han optado por canales más directos, como se observa en el gráfico siguiente.

Gráfico 18. Precios percibidos por el agricultor ecológico en función del canal comercial utilizado (% sobre convencional en €/unidad).

---

[6] Grueso, María I; García Trujillo, R. 2002. Potencialidades y limitantes de la agricultura ecológica en Extremadura. En V Congreso de la SEAE, Tomo I pag. 133, Gijón - Asturias.



Fuente: Alonso A., 2003.

Sin embargo, los canales largos son canales bien establecidos y los precios de los productos ecológicos exportados siempre serán algo mayores que los de consumo interno, ya que en otros países el consumo de alimentos ecológicos es alto y el poder adquisitivo familiar también suele ser mayor (INE, 2003). Aunque estas últimas ventajas beneficiarán, en cualquier caso, al distribuidor o intermediario más que al propio productor.

Por su parte, los canales cortos se incluyen dentro del concepto de mercado ecológico especializado y engloban a la comercialización directa en finca (mediante tiendas y venta directa, autoservicio, cajas o bolsas preparadas con productos de temporada, servicios de comida ligados al agroturismo), así como otras formas específicas de comercialización directa (tiendas especializadas, asociaciones y cooperativas de consumidores, entregas a domicilio, ferias, mercados y mercadillos locales o regionales, restaurantes y clínicas de salud, entre otros). Estas vías alternativas juegan un papel importante en la difusión de los beneficios sociales, ecológicos y económicos de la producción ecológica, facilitando las relaciones directas entre los propios productores y entre éstos y los consumidores.

1. Los establecimientos de venta de productos ecológicos.

Los establecimientos minoristas que venden los productos ecológicos son de diferentes tipos: ecotiendas, herbolarios, restaurantes-tiendas y comercios especializados en la venta de productos gourmet.

En España los comercios que venden productos ecológicos más extendidos son las tiendas de alimentos naturales que posiblemente sean más de 100 y los herbolarios con más de 2.500 tiendas (Parra y Picazos, 2000)[7]. Estos comercios venden una gama limitada de

[7] Parra A. y Picazos J. 2000. Organic Agriculture in Spain 2001. Stiftung Ökologie & Lsndbau (SÖL). http:/www.organic-europe.net/country_reports/pdf/2000/spain.pdf

productos ecológicos, principalmente productos elaborados, muchos de ellos de importación. El otro grupo de comercio especializados en productos ecológicos son las asociaciones y cooperativas de consumidores con alrededor de unos 30 establecimientos en Andalucía (Consejería de Agricultura y Pesca, 2007[8]) con una amplia oferta de productos tanto frescos como conservados e inclusive se venden carnes.

El porcentaje de ventas que se realiza por diferentes establecimiento en varios países de Europa ha sido presentado por Alonso et al. (2002)[9]. La venta de producto ecológicos a través de supermercados es dominante en países como Suecia, Portugal, Dinamarca y Finlandia que comercializan más del 80% del total a través de esta vía, así como en el Reino Unido, Austria e Irlanda donde se comercializan entre el 60 al 80% en los supermercados. Francia, España, Alemania e Italia comercializan a través de las grandes superficies entre el 20-40% de su producción ecológica y en una posición intermedia entre estos dos grupos se encuentra se encuentran Suecia, Noruega y Holanda que comercializan entre el 40-60% de su producción ecológica. Un resumen de las vías por donde se comercializan la producción ecológica en varios países de Europa se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 18. Tabla 10. Principales vías de comercialización de los productos ecológicos en varios países Europeos.

	Dinamarca	España	Italia	Irlanda	Holanda	Inglaterra
Ventas directa [1]	25	22	17	8	7	18
Tiendas ecológicas especializadas[2]	45	49	60	14	51	13
Supermercados y G. superficies	29	29	22	77	42	69
Otros (básicamente restaurante)[3]	1	1	1	1	1	1
Importación de productos ecológicos (% del total)	> 50	< 50	< 50	70	< 50	70

[1] Incluye ventas en finca, mercados, a domicilio e internet. [2] Incluye tiendas ecológicas especializadas y tiendas de alimentación natural (herbolarios) [3]. Estimado

Fuente: Alonso et al., 2002.

2. El precio de los productos ecológicos.

No existen estudios comparativos de productos ecológicos según el tipo de establecimiento a nivel andaluz y, efectivamente, tampoco existen estudios de seguimiento para los mismos. Por tanto, los precios en el mercado de los productos ecológicos se ejemplificaran con los resultados del estudio realizado en la ciudad de Córdoba (García Trujillo, R., 2001) y los resultados más relevantes del estudio comparativo de 2006 realizado en la ciudad de Granada (Alonso, A.M., Guzman, G., 2006). Con ello se pretende ejemplificar y orientar, no ser exhaustivos ni inductivos ante resultados ligados a las localidades a los que se refieren dichos estudios.

---

[8] Consejería de Agricultura y Pesca, 2007. Guía de puntos de venta de productos ecológicos andaluces.

[9] Alonso, A; Knickel, K. Y Parrot, N. 2002. Influencia de los canales de comerciales en el desarrollo de la agricultura ecológica. En el V Congreso de la SEAE Tomo II, pag. 1409, Gijón, Asturias, septiembre de 2002.

El estudio centrado en Córdoba abarcó un periodo de muestreo desde enero a septiembre de 2001 destacando las siguientes categorías: hortalizas, frutas, aceite y productos elaborados.

En el caso de las hortalizas, el análisis estadístico de los resultados encontró diferencia significativa entre las hortalizas de producción ecológica y las convencionales, siendo el precio medio un 48 % superior de las ecológicas sobre las convencionales. En este caso no hubo diferencia significativa en el precio de venta de las hortalizas ecológicas compradas en las cooperativas o asociaciones de consumidores y las convencionales de las grandes superficies.

Cuando las Asociaciones de Consumidores compran las hortalizas directamente a los productores, el precio de venta es un 34 % menor que cuando la compran a distribuidores.

En el caso de las frutas, los precios de venta al público son similares entre la fruta ecológica de los comercios especializados y la fruta convencional de supermercados y grandes superficies. Mientras que sí existen grandes diferencias en el precio al compararse fruta ecológica de comercios especializados con la fruta ecológica de las grandes superficies o entre la fruta convencional de las grandes superficies y la fruta ecológica que también ofertan éstas.

En Córdoba (2001) la fruta ecológica de supermercados y grandes superficies resultó más cara que la convencional propia e incluso la ecológica de otros puntos de ventas.

La comparación del precio de los aceites muestra que los aceites ecológicos son un 31 % más caros que los convencionales.

El precio de diferentes productos elaborados ecológicos y convencionales mostraron diferencias altamente significativas entre medias, encontrándose en todos los casos, un mayor precio de los productos ecológicos que en los convencionales.

Para la ciudad de Granada (2006) la oferta de productos ecológicos frescos es baja, en general, aunque notablemente alta en los puntos de venta especializados que formaban parte del estudio.

En las grandes superficies, los resultados muestran que los sobreprecios de los productos ecológicos comparados con los convencionales son excesivamente altos, llegando incluso a superar el 575% en el caso de la cebolla vendida en uno de los hipermercados. Así mismo hay productos ecológicos cuyos precios son considerablemente más altos entre un hipermercado y otro. Dado que en estos establecimientos el comprador tiene como referencia a los productos convencionales, el factor precio se configura como un limitante de primera magnitud en la expansión del consumo de los productos ecológicos en los mismos.

Sin embargo, para el grupo de hortalizas y frutas convencionales de al menos uno de los dos hipermercados que formaban parte del estudio con respecto a las ecológicas ofertadas en los puntos de venta especializados, los precios eran similares, es decir, los precios de productos ecológicos de los puntos especializados resultaron ser parecidos a los convencionales de las grandes superficies.

En las iniciativas de comercialización directa en mercados permanentes de productores ecológicos realizados en la provincia de Málaga, los precios llegan a situarse por debajo de los convencionales en los productos más comunes en esa época (tomates en otoño, acelgas en invierno). Esto se debe a la eliminación absoluta de intermediarios, siendo en estos casos, el propio productor el que comercializa su producción directamente al consumidor, así como al apoyo de las instituciones para la realización de dichos mercados.

Estas experiencias requieren una mayor dedicación por parte de los agricultores y elaboradores que han de desplazarse semanalmente y asumir el esfuerzo de ventas. Para los consumidores tienen las ventajas de disponer de una amplia gama de productos frescos y perecederos a precios más asequibles.

3. Los consumidores.

Cada vez más los consumidores van conociendo los productos ecológicos. En una encuesta realizada en la ciudad de Córdoba se observa un incremento del número de personas que es capaz de identificar lo que es un producto ecológico ya que en 2001 fue de 53,7% de la población encuestada y en el 2003 de 60,5%. Por lo general es mayor este conocimiento en personas con estudios superiores que con medios o primarios y se debe destacar que el nivel de conocimiento también es menor en las amas de casa y las personas mayores de 55 años, muchas veces encargada de la compra (García Trujillo, 2002, Colombas et al. 2002[10]).

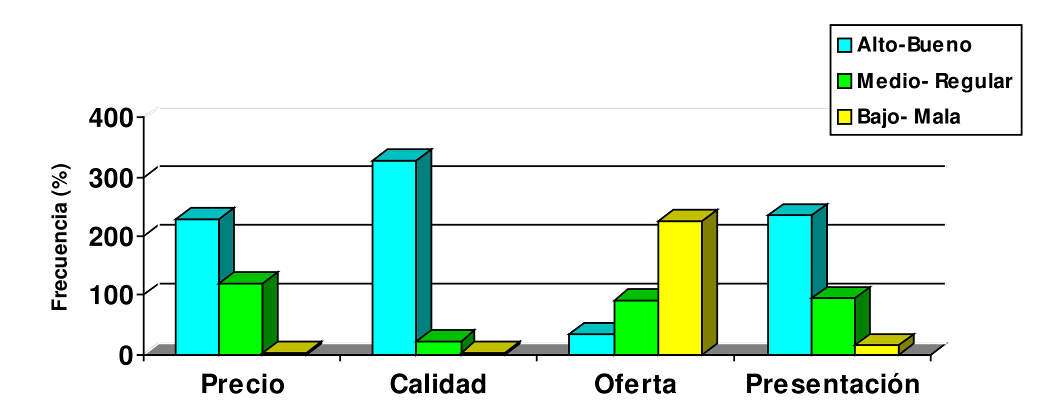
Por otro lado la valoración que hacen los consumidores conocedores de los productos ecológicos es alta, calificándolos por lo general con alta calidad y buena presentación (García Trujillo, 2002) o mostrando preferencia por los productos sin residuos (Bernabeu, et al. 2002)[11], aunque también consideran que la oferta es baja y los precios altos (Figura 11).

---

[10] Colombas, M.; Vera, J.; Cortes, A. y Vadell, J. 2002. Conocimiento valoración y consumo de productos ecológicos en las Islas Baleares. En el V Congreso de la SEAE, Tomo II pag. 1381. Gijón, Asturias, septiembre de 2002.

[11] Bernabeu, R.; Endero, A.; Olmeda, M. y Castillo, S. 2002. Estructura de preferencia de los consumidores respecto a la producción ecológica en Castilla-La Mancha. En el V Congreso de la SEAE, Tomo II pag. 1389. Gijón, Asturias, septiembre de 2002.

Gráfico 19. Evaluación de cuatro atributos de los productos ecológicos por una muestra de consumidores de Córdoba (n = 346).



Fuente: Tomado de Espinar, V. 2004 en su trabajo de fin de carrera (inédito)

En varios de los trabajos realizados se informa que entre el 43% y el 56,4 % de la población encuestadas afirman haber consumido en alguna ocasión productos ecológicos sin embargo los consumidores habituales posiblemente no rebasen el 1% de la población (García, Gil y Sánchez, 1998; Aguirre 2000, García Trujillo 2002).

Entonces cabría preguntarse, porqué a pesar de existir tantas personas conocedoras de los productos ecológicos, el mercado está tan poco desarrollado. Podríamos pensar que del conocimiento de un hecho (lo ecológico) a la toma de una actitud o acción, existe un espacio de tiempo y la probabilidad de que la acción de compra no se realice a pesar del conocimiento. En otras palabras, la decisión de la compra de un producto ecológico, en este caso, es un proceso complejo, donde intervienen numerosos factores que pueden estimularlo o inhibirlo y donde podemos accionar de forma positiva o negativa, y también sometidas a un alto grado de incertidumbre, pues se está tratando de influir sobre comportamientos humanos, de alta variabilidad, independientes de las acciones del marketing y que en su gran mayoría corresponde a características propias de la personalidad del consumidor, su historia educativa y su entorno (Calomarde, 2000).

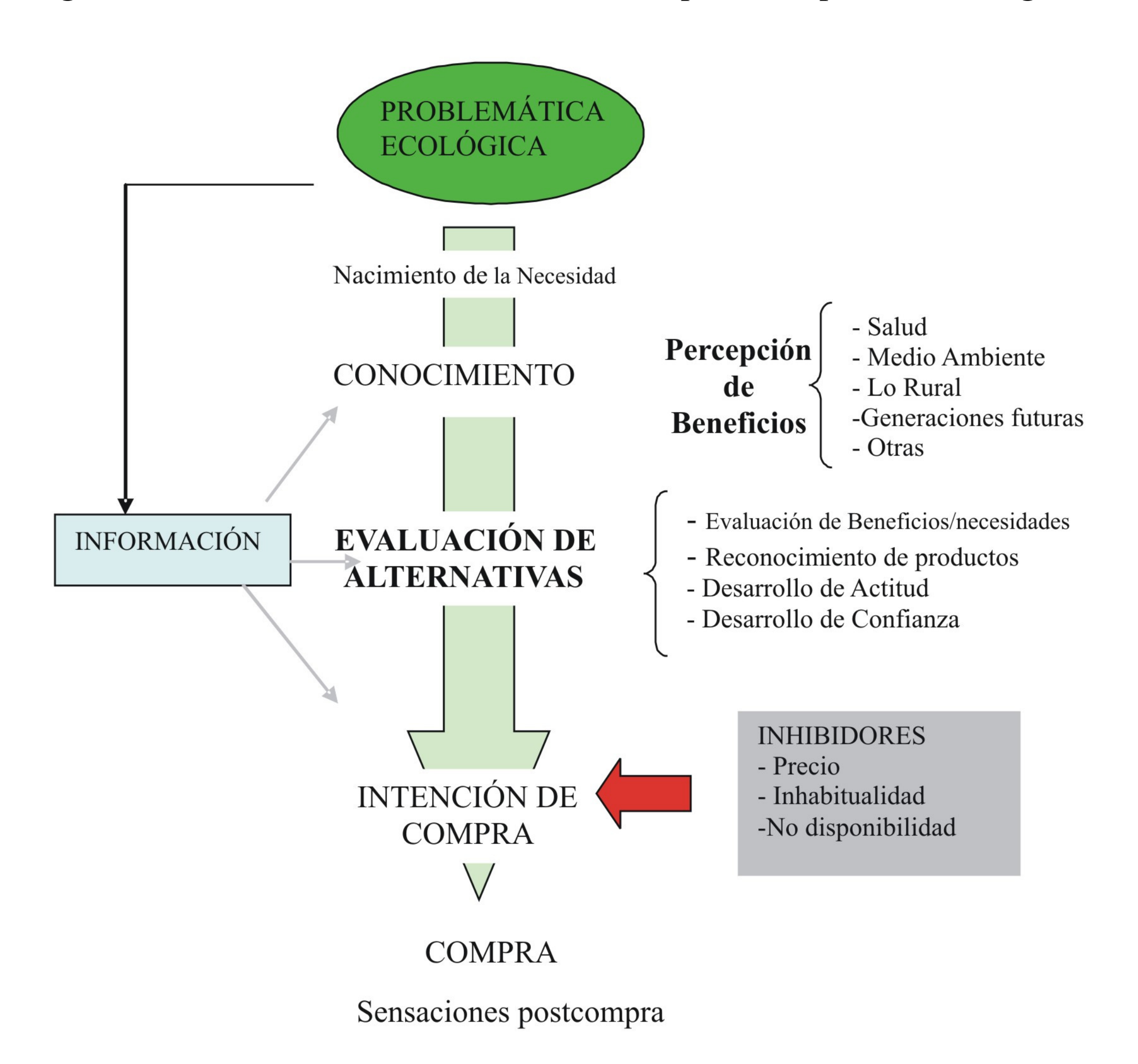
En efecto, la toma de decisión de la compra de un producto ecológico es un proceso complejo que comprende varias etapas**.**

En la etapa de conocimiento, las personas reconocen los beneficios que puede traer el consumo de este tipo de producto, lo cual adquieren a través de la información que reciben. En el caso de los productos ecológicos, por lo general, los beneficios están diferidos en el tiempo o en el espacio, o sea que la mejora del medio ambiente o los beneficios a las generaciones futuras, o al mantenimiento de los agricultores y lo rural e inclusive los beneficios sobre la salud, no se percibe de inmediato por el consumidor, como ocurre con otros atributos, con excepción de cuando ocurren desastres ecológicos o problemas con los alimentos, percibidos y relacionados claramente con sistemas de producción inadecuados (vacas locas, dioxina, etc).

Varias encuestas realizadas demuestran que la principal causa del consumo de productos ecológicos está relacionada con la salud o personas que lo hacen por cuestiones de salud y naturaleza a la vez, pero los que declaran que el consumo ecológico lo realizan por problemas medio ambientales solamente es bajo. Estudios realizados en Inglaterra muestran que mientras los consumidores habituales reconocen que los productos ecológicos son más saludables, los no consumidores muestran

escepticismo en este aspecto y reclaman más evidencias científicas sobre este hecho (Makatouni, 1999).

Imagen 15. Proceso de toma de decisión en la compra de un producto ecológico.



Fuente: Adaptado de Colomarde (2000).

Colomarde (1999) señala, que mientras el conocimiento de efectos ecológicos negativos a corto plazo tiene una capacidad de estímulo muy fuerte, en aquellos que los efectos son en el mediano o largo plazo, esta sensación se reduce por lejanía temporal o espacial, el efecto de estímulo se debilita con rapidez y los beneficios son percibidos de manera muy tenue.

Por tanto, que el consumidor inicie la etapa de evaluación de los beneficios por el consumo de productos ecológicos, dependerá de la información adicional que reciba y la calidad de esta información.

En la etapa de evaluación, el consumidor aprende a reconocer los productos ecológicos, sus señas distintivas, evaluándolo y adoptando una actitud de respeto hacia él. En esta etapa se desarrolla la predisposición o actitud a actuar y la confianza sobre el producto ecológico, de aquí lo importante de los mensajes promocionales, la imagen de los productos y su facilidad de identificación.

Esta es una etapa bastante descuidada, donde se presentan importantes problemas, unos

relacionados con las características del sector y otros con las estrategias de marketing. Se debe destacar que los alimentos ecológicos no son productos de fácil identificación en una campaña de marketing, sino que es un sistema de producción que genera una gran gama de productos, con marcas, envases, procedencia, etc, muy variados y por tanto fácilmente se puede añadir confusión al consumidor.

La oferta de productos ecológicos, es otra de las variables a manejar en las políticas de activación de este mercado. La oferta se desglosa a su vez en dos variables, los puntos de ventas y la diversidad de productos ofertados. El estudio realizado en la ciudad de Córdoba (García Trujillo, R., 2001) demuestra que los puntos de ventas son muy pocos y ni siquiera alcanza al 5 % de los comercios, añadiendo además que en la mayoría se venden una cantidad de productos muy restringida.

Otro problema añadido es la falta de facilidades comerciales que se encuentran en los comercios ecológicos mejor dotados, como son horarios restringidos, no estabilidad de la oferta a través del año, ni durante la semana, y la no existencia de condiciones para la preparación de algunos productos como ocurre con las carnes.

Otro elemento inhibidor recae en el tipo de canal de comercialización. Al tratarse de asociaciones o cooperativas de consumidores, se solicita la participación de estas personas en el manejo de la tienda (encuentros en fincas, reuniones, toma de decisiones). El hábito de compra suele ser un acto pasivo no asociado a un proceso colectivo por lo que muchos clientes potenciales rechazan esta estrategia de comercialización, no encontrando otras alternativas, menos participativas e innovadoras, para el consumo de productos ecológicos.

La información permanente al consumidor es un aspecto clave en el desarrollo de cualquier mercado, pero aún más en el desarrollo de un mercado tan amplio y complejo como el ecológico. La información sobre los productos ecológicos no se puede ver como mero anuncio de productos y cualidades, necesita de un serio soporte argumental de las razones y beneficios de todo tipo. Además por la implicación que la ecología está teniendo y tendrá en la sociedad, estos aspectos deben incluirse con más fuerza en los programas de educación formal y los de capacitación de la población.

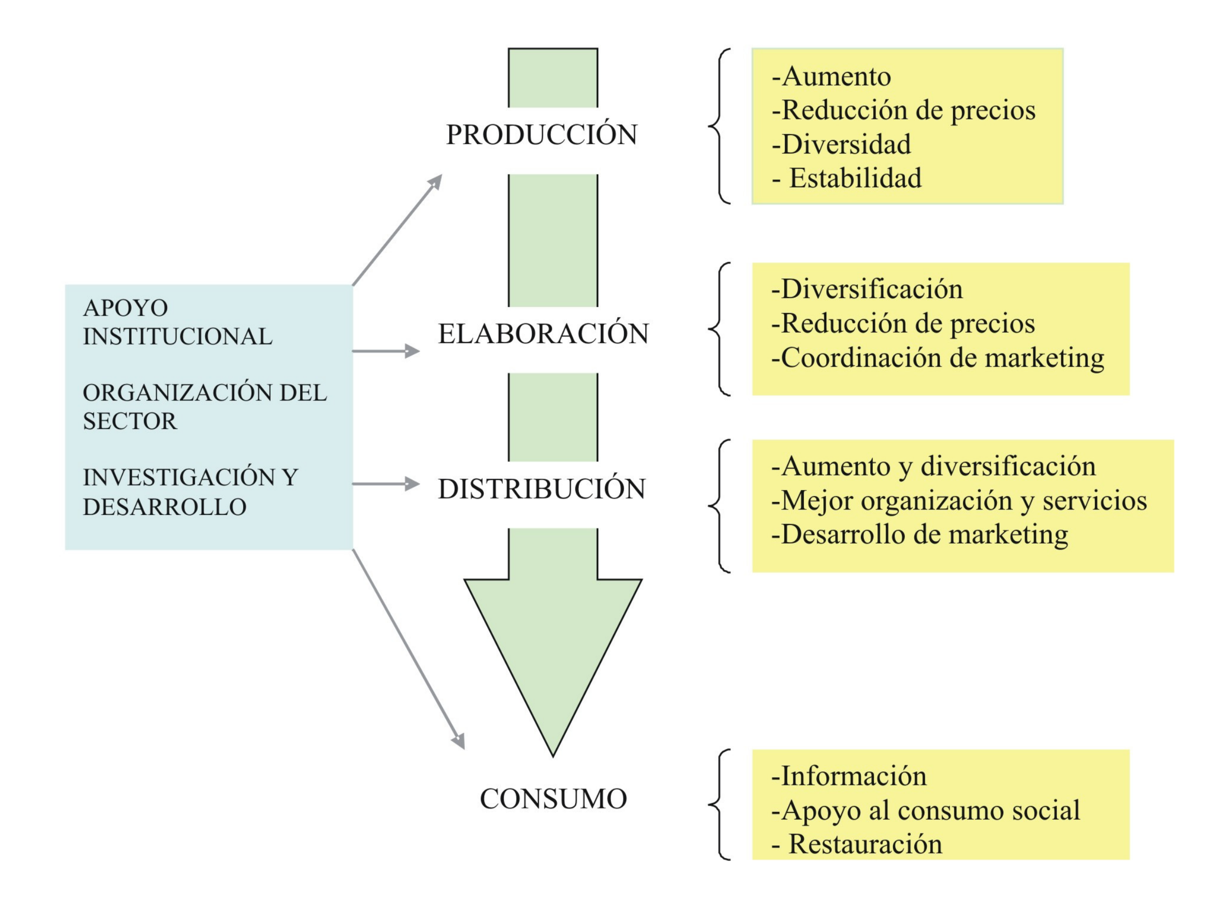
En el mismo estudio para la ciudad de Córdoba (2001) el desarrollo de campañas de información y marketing fue identificado por los comercios de productos ecológicos como una de las principales vías para activar su consumo, pero si esto no va aparejado a un incremento de los puntos de venta, de la oferta de productos en ellos, de una reducción de los precios al consumidor y un trabajo de promoción por los productores, elaboradores, distribuidores, comercios y certificadoras, donde se integre además las Administraciones Públicas y otros sectores sociales y agrarios, el desarrollo del comercio de este tipo de productos puede seguir estancado en una perpetua fase de introducción como señalaron Gonzáles y Cobo (2000).

También se debe destacar que en los países donde se ha expandido el mercado de productos ecológicos a existido también un fuerte apoyo institucional y del sector Cooperativo (Regouin, 1999; Bragman, 1999; Raunkjoer, 1999; Kälander, 2001; Haccius y Lünzer, 2001). Estos apoyos incluyen campañas de información, capacitación, apoyo al consumo, investigación y otros.

Otro aspecto que se destaca en el trabajo de Córdoba, extensivo a Andalucía, es la necesidad de diversificar la presencia de productos ecológicos elaborados en el territorio, para lo cual será necesario emprender una política de apoyo a la preparación, trasformación y comercialización de los mismos, como granos, cereales y su

elaboración en pastas y otros productos, productos lácteos y sus derivados, zumos y conservas vegetales en general.

Imagen 16. Resumen del plan de acción para el desarrollo del mercado ecológico.



4. Bibliografía (unidades 5 y 6).

Aguirre, Itziar. 2000. Mercado interior de productos ecológicos: Las asociaciones de productores y consumidores de productos ecológicos y artesanales. Informe Coordinadora Estatal de Organizaciones de Consumo Ecológico.

Albardiaz, M. A., Álvarez, S., Briz, J. y Muñoz, N.1996. Análisis del consumo de productos de agricultura ecológica. En: Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (S.E.A.E.). Pamplona, 273-284.

Albardiaz, M. A.1996. Estudio de los frenos al desarrollo de la agricultura ecológica a través de las variables de consumo. Distribución y consumo, No. 38, febrero – marzo 1996.

Alonso, A.M, Guzman, G., 2006. Análisis del Mercado de Productos Ecológicos Frescos en Granada. Ed. VII Congreso SEAE Zaragoza 2006 (CD).

Alonso, A., Guzman, G., 2000. Las rotaciones y las asociaciones de cultivos en el control de plagas y enfermedades. Editado por el CAAE, boletín nº 4.2/00, 200.

Bragman, B. 1999. How swedish consumers are informed about organic foods. In: Quality & Communication for Organic Market. 6th IFOAM Organic Trade Conference.pag. 126-131. Oct. 20-23 1999, Florence/Italy. IFOAM Publication, Germany.

Calomarde, J. V. 2000. Marketing ecológico. Ediciones Pirámide, Madrid.

COAG, 1998. Memoria 1998. Edita la Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos, Madrid.

Doxa,1991. Estudio sobre el mercado de la agricultura ecológica. INDO. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, junio 1991.

García de Castro, D. 1999. Comercialización de productos ecológicos. Aceite de oliva ecológico. Jornadas Técnicas, Feria de Productos Ecológicos de Córdoba, Diputación de Córdoba, 7-9 de mayo de 1999.

García, A., Gil, J. M. y Sánchez, M. 1998. Potencial de mercado de productos ecológicos en Aragón. Diputación General de Aragón. Dept. de Agricultura y Medio Ambiente, Dirección General de Tecnología Agraria, Servicio de Investigación Agroalimentaria. Zaragoza.

García, Azucena, Gil, j. M., y Sánchez, Mercedes. 2000. Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón. Diputación General de Aragón. Dept. de Agricultura y Medio Ambiente, Dirección General de Tecnología Agraria, Servicio de Investigación Agroalimentaria. Zaragoza.

García Trujillo 2001. Aproximación a las potencialidades y obstáculos de la agricultura y ganadería ecológica en Andalucía. En La práctica de la agricultura y ganadería ecológicas, CAAE.

Gil, J. M., Soler, F., Díez Ingrid, Sánchez Mercedes, Sanjuán ana, Ben Kaabia Mónica y

Gracía Azucena, 2000. Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón (II). Diputación General de Aragón. Dept. de Agricultura y Medio Ambiente, Dirección General de Tecnología Agraria, Servicio de Investigación Agroalimentaria. Zaragoza.

González, L. y Cobo, F. B. 2000. Agricultura ecológica en España. Distribución y Consumo, abril-mayo 2000.

Haccius, H. y. Lünzer, I. 2001. Organic agriculture in Germany 2001. Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL).

http://www.organic- europe.net/country_reports/germany/default.asp

INE, 2003. Boletín informativo del Instituto Nacional de Estadística. Paridades de Poder Adquisitivo. Disponible en: http://www.ine.es/revistas/cifraine/cifine_paridad0403.pdf .

Junta de Andalucía, 2001. Plan estratégico de la agricultura ecológica en Andalucía, Informe de situación. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

Kälander, I. 2001. Organic agriculture in Sweden. Stiftung Ökologie & Landbau (SÖL). Disponible en: http://www.organic-europe.net/country_reports/sweden/default.asp

Makatouni, Aikaterini. 1999. The consumer Message: What motivates parents buy organic food in the UK? Results of quality enquiry. In: Quality & Communication for Organic Market. 6th IFOAM Organic Trade Conference.pag 148-155. Oct. 20-23 1999, Florence/Italy. IFOAM Publication, Germany.

Parra A. y Picazos J. 2000. Organic Agriculture in Spain 2001. Stiftung Ökologie & Lsndbau (SÖL). http:/www.organic-europe.net/country_reports/pdf/2000/spain.pd

Raunkjoer, Lene.1999. Southern Jutland (Denmark) as an organic demostration area. In: Quality & Communication for Organic Market. 6th IFOAM Organic Trade Conference.pag. 136-138. Oct. 20-23 1999, Florence/Italy. IFOAM Publication, Germany.

Regouin, E. J. M.1999. Institutional communication: How consumers are informed about organic food in the Netherlands. In: Quality & Communication for Organic Market. 6th IFOAM Organic Trade Conference.pag. 121-125. Oct. 20-23 1999, Florence/Italy. IFOAM Publication, Germany.

Sánchez, M. y Etxaniz, M. 1996. Estudio de las preferencias en el consumo de productos de agricultura ecológica. En: Actas del II Congreso de la S.E.A.E., Pamplona, 261-272.

Unidad 7. ETIQUETADO.

Los alimentos ecológicos pueden reconocerse mediante su etiquetado, ya que la normativa básica dicta unos requisitos mínimos en cuanto a la identificación de alimentos producidos mediante agricultura ecológica. Para ello el Reglamento (CEE) Nº

2092/91 del Consejo, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios debe aplicarse en todos aquellos productos agroalimentarios que lleven o quieran utilizar las indicaciones referentes a este método.

El Reglamento define el "Etiquetado"como aquellas menciones, indicaciones, marcas de fábrica o de comercio, imágenes o signos que figuren en envases, documentos, letreros, etiquetas, anillas o collarines que acompañan o se refieren a productos definidos en la normativa.

El Reglamento establece que los productos únicamente podrán llevar indicaciones que hagan referencia al método de producción ecológica cuando se hayan obtenido y controlado respetando las condiciones establecidas en él, a saber, que sólo contengan sustancias incluidas en los anexos, que no hayan sido sometidos a tratamientos que impliquen la utilización de radiaciones ionizantes y que hayan sido elaborados sin usar organismos modificados genéticamente (OMG) ni productos derivados de esos organismos, ya que estos no son compatibles con el método de producción ecológico (Reglamento (CE) nº 1804/1999).

Los requisitos del etiquetado de productos ecológicos se dividen en 4 casos:

- Productos no transformados: "productos agrícolas vegetales no transformados, así como los animales y productos animales no transformados". Con esta definición se hace referencia a las hortalizas y frutas frescas, carne, etc.
- Productos transformados del 95%: "productos agrícolas vegetales transformados y productos animales transformados destinados a la alimentación humana, preparados básicamente a partir de uno o más ingredientes de origen vegetal o animal, en los que al menos un 95% de los ingredientes de origen agrario sean productos o provengan de productos procedentes del método ecológico de producción". Dicha definición se refiere a los alimentos elaborados (quesos, batidos, salsas, etc.) e incluye a aquellos que han utilizado un mínimo del 95% de ingredientes obtenidos bajo el método de producción ecológica.
- Productos transformados del 70%: "Productos agrícolas vegetales transformados y productos animales transformados destinados a la alimentación humana, preparados básicamente a partir de uno o más ingredientes de origen vegetal o animal en los que al menos un 70% de los ingredientes de origen agrario sean productos o provengan de productos procedentes del método ecológico de producción". Incluye aquellos alimentos elaborados (quesos, batidos, salsas, etc.) que han utilizado un mínimo del 70% de ingredientes obtenidos bajo el método de producción ecológica.
- Productos no transformados o transformados del 95% en conversión: productos que han respetado un período mínimo de conversión hacia la agricultura ecológica.

Todos ellos deben cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Ningún producto debe contener Organismos Genéticamente Modificados (OGMs). Este es un requisito de la normativa para que el alimento sea certificado como ecológico, pero no especifica que sea obligatorio citar que no los tiene ya que se mencione o no en el etiquetado su presencia es imposible en un producto ecológico. De hecho, en la normativa de IFOAM se recomienda no identificar a los productos ecológicos como libres de modificación genética o de ingeniería genética, ya que dicho reclamo puede confundir al consumidor con

respecto a otros alimentos ecológicos que no especifican dicho condicionante.

- El producto debe haberse obtenido de acuerdo con las normas de producción establecidas por la normativa vigente, o haya sido importado de países terceros dentro del marco establecido por esta normativa (Reglamento (CEE) Nº 2092/91 del Consejo).
- El producto debe haberse producido o importado por un operador sujeto a las medidas de control aplicadas por un organismo o autoridad de control designado.
- En el etiquetado constará el nombre y el código correspondiente a la autoridad u organismo de control del que dependa el productor.

Además cada uno de ellos deberá cumplir alguna condición particular:

- Productos no trasformados: La indicación que aparezca en el etiquetado para poner de manifiesto que es un producto ecológico sólo puede hacerse haciendo referencia a su método de producción y no al producto en sí mismo, es decir, las fórmulas que denominan el producto serán del tipo "X procedente de Agricultura Ecológica" o "X producidos conforme a la normativa de Agricultura Ecológica". Nunca podrían presentar la siguiente referencia: "X ecológicos".
- Productos transformados del 95% y del 70%:
    - Al menos el 95% de los ingredientes de origen agrario del producto deben ser productos o provenir de productos certificados procedentes de producción ecológica (si se utilizan ingredientes de origen agrario no ecológicos, con la limitación del 5%, sólo se podrán utilizar aquellos que permita la normativa vigente específica de producción ecológica).
    - Al menos el 70% de los ingredientes de origen agrario del producto deben ser productos o provenir de productos certificados procedentes de producción ecológica (si se utilizan ingredientes de origen agrario no ecológicos, con la limitación del 30%, sólo se podrán utilizar aquellos que permita la normativa vigente específica de producción ecológica).
    - Los ingredientes de origen no agrario que contenga el producto deben ser únicamente sustancias autorizadas para la normativa vigente específica de producción ecológica (aditivos alimentarios, aromatizantes, agua y sal, preparados a base de microorganismos y minerales).
    - Ni el producto ni sus ingredientes de origen agrario deben haber sido sometidos a tratamientos mediante auxiliares tecnológicos ni otros productos diferentes de los que permite la normativa vigente de producción ecológica.
    - Ni el producto ni sus ingredientes deben haber sido sometidos a tratamientos que impliquen utilización de radiaciones ionizantes.
    - Las indicaciones referentes al método de producción ecológica tienen que figurar en la lista de ingredientes, haciendo referencia claramente sólo a aquellos ingredientes certificados de origen ecológico y tienen que aparecer en el mismo color y con dimensiones y caracteres idénticos a

los de las otras indicaciones de la lista de ingredientes. Estas indicaciones también tendrán que figurar en una mención aparte que aparecerá en el mismo campo visual que la denominación de venta e incluirá el porcentaje de ingredientes de origen agrario o derivados de ingredientes de origen agrario, en la forma siguiente: "*X% de los ingredientes de origen agrario se han obtenido según las normas de producción ecológica*".

- Productos en conversión:
  - Deben cumplirse los requisitos establecidos por los productos no transformados o transformados del 95%, salvo la obligación de respetar la duración del período de conversión establecido por la normativa, siempre y cuando se haya respetado un período de conversión de un mínimo de 12 meses antes de la cosecha.
  - Las indicaciones utilizadas no deben de inducir a error al comprador del producto respecto del carácter diferente de éste en relación a los productos que cumplen todos los requisitos de la normativa. Las indicaciones adoptarán la siguiente presentación formal: "*producido en conversión hacia la agricultura ecológica*" y se tendrán que presentar en un color, un formato y unos caracteres que no destaquen de la denominación de venta del producto; en esta indicación, las palabras "*agricultura ecológica*" no destacarán de las palabras "*producido en conversión hacia* ".
  - Los productos en conversión no pueden presentar el logotipo voluntario europeo.

Para finalizar se van a presentar algunos de lo logotipos que identifican los productos ecológicos: el logotipo europeo y los nacionales.

- Logo europeo:
  - Este es un logo que debe ser solicitado expresamente por el productor, ya que es un etiquetado voluntario y complementario al sello identificativo y obligatorio que supone la certificación de productos ecológicos. Por tanto, es un sello que no se encuentra en todos los productos ecológicos.



  - Los productos que presentan este logotipo no se encuentran en período de reconversión, sino que habiendo pasado ya dicha transición han sido certificados como productos ecológicos.

- Logotipos nacionales:

En España, no se ha desarrollado aún una normativa con respecto a la homogenización del etiquetado de productos ecológicos y, el hecho de que la Comunidad Autónoma tenga la competencia para autorizar los organismos de control y que estos, cada vez más, sean entidades privadas, ha diversificado en gran medida las marcas de conformidad, ya que dichos logos responden a su identificación gráfica corporativa.



En el caso de las Comunidades Autónomas, que aún disponen de Comités de Certificación públicos, el sello ha venido manteniéndose bajo el esquema del Consejo Regulador de Agricultura Ecológica (CRAE): horizonte dividiendo la tierra del cielo, un sol en la zona central de la mitad superior del sello, una luna en cuarto creciente a la izquierda del sol y tres líneas verdes, a modos de tallos, que van desde el margen superior derecho al margen inferior izquierdo. Alrededor de este icono se sitúa la identificación del comité y la comunidad autónoma a la que pertenece.

Las tres Comunidades Autónomas que han autorizado organismos privados para la realización de certificación son: Andalucía, Castilla La Mancha y Aragón.

En Andalucía la Dirección General de Agricultura Ecológica, organismo competente perteneciente a la Junta de Andalucía, ha autorizado -hasta julio del 2006- al menos, 5 entidades certificadoras. Por tanto los productos ecológicos en esta Comunidad Autónoma podrán exhibir en sus etiquetados al menos 5 logotipos diferentes, que se adaptarán, en cada caso, a las marcas de conformidad que de cada uno de ellos haya habilitado –siempre, conforme a la legislación vigente- con respecto a las indicaciones establecidas para los productos procedentes de agricultura ecológica y los que se encuentran en conversión hacia la agricultura ecológica.

1. Bibliografía.

Reglamento (CEE) 2092/91 del Consejo, de 24 de junio de 1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Diario Oficial nº L 198 de 22/07/1991 p. 0001-0015.